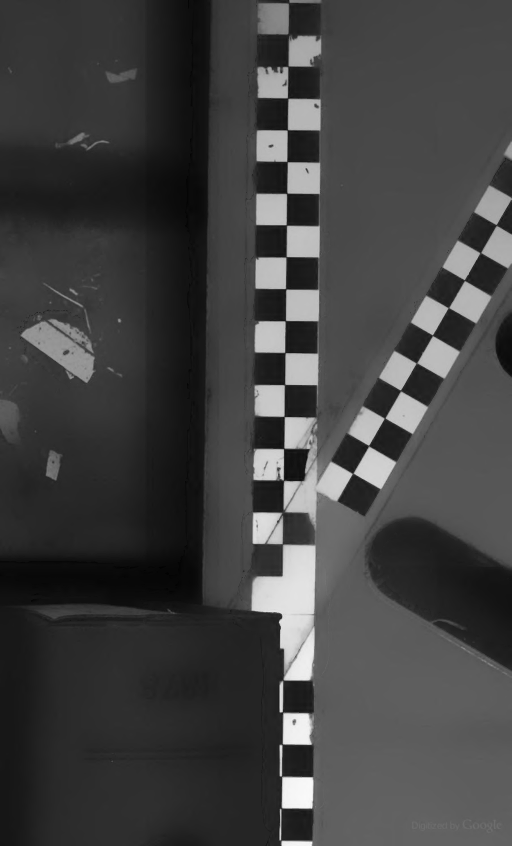
CONGRÈS DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT...

Association française pour l'avancement des sciences



ASSOCIATION FRANÇAISE

UR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

7e SESSION

PARIS

1878

Digitized by Google

COLLECTION
QUARRÉ-REYBOURBON
LILLE

ASSOCIATION
FRANCAISE
POUR
L'AVANCEMENT DES SCIENCES

IMPRIMERIE CENTRALE DES CHEMINS DE FER. — A. CHAIX ET C^ie
RUE BERGÈRE, 20, A PARIS. — 21043-8.

ASSOCIATION

FRANÇAISE

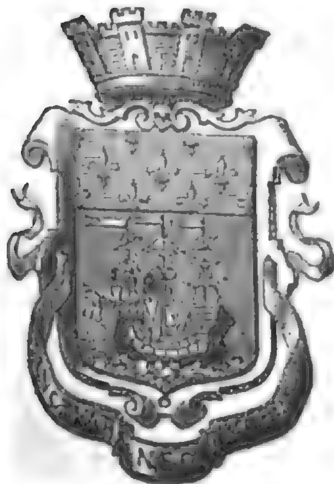
POUR

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

COMPTE RENDU DE LA 7ᵉ SESSION

PARIS

— 1878 —



PARIS
AU SECRÉTARIAT DE L'ASSOCIATION
76, RUE DE RENNES, 76

—

1879

ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Reconnaissance d'utilité publique.

MINISTÈRE
de
l'Instruction publique
et
DES BEAUX-ARTS

CABINET
—
BUREAU
de l'Enregistrement
général
et des Archives.
—
N° 7970

DÉCRET.

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Sur le rapport du Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts,

Vu le procès-verbal de la séance tenue à Lille, le 27 août 1874, par l'Assemblée générale de l'Association française pour l'avancement des sciences, et la demande formée par cette société, le 5 décembre 1875, à l'effet d'être reconnue comme établissement d'utilité publique;

Vu les statuts de ladite société, l'état de sa situation financière et les autres pièces fournies à l'appui de sa demande;

Le Conseil d'État entendu,

DÉCRÈTE :

ART. 1er. — L'Association française pour l'avancement des science est reconnue comme établissement d'utilité publique.

ART. 2. — Les statuts sont approuvés tels qu'ils sont annexés au présent décret.

Aucune modification ne pourra y être apportée sans l'autorisation du gouvernement.

ART. 3. — Le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 9 mai 1876.

Signé : Maréchal DE MAC-MAHON.

Par le Président de la République :

Le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts,
Signé : WADDINGTON.

Pour ampliation :

Le Chef du Cabinet et du Secrétariat,
Signé : L. DE LASTEYRIE.

STATUTS ET RÈGLEMENT

STATUTS

TITRE Ier. — But de l'Association.

ART. 1er. — L'Association se propose exclusivement de favoriser par tous les moyens en son pouvoir le progrès et la diffusion des sciences au double point de vue du perfectionnement de la théorie pure et du développement des applications pratiques.

A cet effet, elle exerce son action par des réunions, des conférences, des publications, des dons en instruments ou en argent aux personnes travaillant à des recherches ou entreprises scientifiques qu'elle aurait provoquées ou approuvées.

ART. 2. — Elle fait appel au concours de tous ceux qui considèrent la culture des sciences comme nécessaire à la grandeur et à la prospérité du pays.

ART. 3. — Elle prend le nom d'*Association française pour l'avancement des sciences*.

TITRE II. — Organisation.

ART. 4. — Les membres de l'Association sont admis, sur leur demande, par le Conseil.

ART. 5. — Sont membres de l'Association les personnes qui versent la cotisation annuelle. Cette cotisation peut toujours être rachetée par une somme versée une fois pour toutes. Le taux de la cotisation et celui du rachat sont fixés par le Règlement.

ART. 6. — Sont membres fondateurs les personnes qui ont versé à une époque quelconque une ou plusieurs souscriptions de 500 francs.

ART. 7. — Tous les membres jouissent des mêmes droits. Toutefois, les noms des membres fondateurs figurent perpétuellement en tête des listes alphabétiques, et ces membres reçoivent gratuitement pendant toute leur vie autant d'exemplaires des publications de l'Association qu'ils ont versé de fois la souscription de 500 francs.

ART. 8. — Le capital de l'Association se compose des souscriptions des membres fondateurs, des sommes versées pour le rachat des cotisations, des dons et legs faits à l'Association, à moins d'affectation spéciale de la part des donateurs.

ART. 9. — Les ressources annuelles comprennent les intérêts du capital, le montant des cotisations annuelles, les droits d'admission aux séances et les produits de librairie.

ART. 10. — Chaque année, le capital s'accroît d'une retenue de 10 0/0 au moins sur les cotisations, droits d'entrée et produits de librairie.

TITRE III. — Sessions annuelles.

ART. 11. — Chaque année, l'Association tient, dans l'une des villes de France, une session générale dont la durée est de huit jours : cette ville est désignée par l'Assemblée générale au moins une année à l'avance.

ART. 12. — Dans les sessions annuelles, l'Association, pour ses travaux scientifiques, se répartit en sections, conformément à un tableau arrêté par le Règlement général.

Ces sections forment quatre groupes, savoir :

1° Sciences mathématiques,
2° Sciences physiques et chimiques,
3° Sciences naturelles,
4° Sciences économiques.

ART. 13. — Il est publié chaque année un volume, distribué à tous les membres, contenant :

1° Le compte rendu des séances de la session;

2° Le texte ou l'analyse des travaux provoqués par l'Association, ou des mémoires acceptés par le Conseil.

COMPOSITION DU BUREAU.

ART. 14. — Le Bureau de l'Association se compose :

D'un Président,
D'un Vice-Président,
D'un Secrétaire,
D'un Vice-Secrétaire,
D'un Trésorier.

Tous les membres du Bureau sont élus en Assemblée générale.

ART 15 — Les fonctions de Président et de Secrétaire de l'Association sont annuelles; elles commencent immédiatement après une session et durent jusqu'à la fin de la session suivante.

ART. 16. — Le Vice-Président et le Vice-Secrétaire d'une année deviennent de droit Président et Secrétaire pour l'année suivante.

ART. 17. — Le Président, le Vice-Président, le Secrétaire et le Vice-Secrétaire de chaque année sont pris respectivement dans les quatre groupes de section, et chacun d'eux est pris à tour de rôle dans chaque groupe.

Art. 18. — Le Trésorier est élu par l'Assemblée générale; il est nommé pour quatre ans et rééligible.

Art. 19. — Le Bureau de chaque section se compose d'un Président, d'un Vice-Président, d'un Secrétaire, et au besoin d'un Vice-Secrétaire élu par cette section parmi ses membres.

TITRE IV. — Administration.

Art. 20. — Le siége de l'Administration est à Paris.

Art. 21. — L'Association est administrée gratuitement par un Conseil composé :

1° Du Bureau de l'Association, qui est en même temps le Bureau du Conseil d'administration;

2° Des Présidents de sections ;

3° De trois membres par section, élus à la majorité relative en Assemblée générale, sur la proposition de leurs sections respectives, renouvelables par tiers chaque année.

Art. 22. — Les anciens Présidents de l'Association continuent à faire partie du Conseil.

Art. 23. — Les Secrétaires des sections de la Session précédente sont admis dans le Conseil avec voix consultative.

Art. 24. — Pendant la durée des Sessions, le Conseil siége dans la ville où a lieu la Session.

Art. 25. — Le Conseil d'administration représente l'Association et statue sur toutes les affaires concernant son administration.

Art. 26. — Le Conseil a tout pouvoir pour gérer et administrer les affaires sociales, tant actives que passives. Il encaisse tous les fonds appartenant à l'Association, à quelque titre que ce soit.

Il place les fonds qui constituent le capital de l'Association en rentes sur l'État ou en obligations de chemins de fer français, émises par des compagnies auxquelles un minimum d'intérêt est garanti par l'État; il décide l'emploi des fonds disponibles; il surveille l'application à leur destination des fonds votés par l'Assemblée générale, et ordonnance par anticipation, dans l'intervalle des Sessions, les dépenses urgentes, qu'il soumet dans la Session suivante à l'approbation de l'Assemblée générale.

Il décide l'échange ou la vente des valeurs achetées; le transfert des rentes sur l'État, obligations des compagnies de chemins de fer et autres titres nominatifs sont signés par le Trésorier et un des membres du Conseil délégué à cet effet.

Il accepte tous dons et legs faits à la Société; tous les actes y relatifs sont signés par le Trésorier et un des membres délégué.

Art. 27. — Les délibérations relatives à l'acceptation des dons et legs, à des acquisitions, aliénations et échanges d'immeubles sont soumises à l'approbation du gouvernement.

Art. 28. — Le Conseil dresse annuellement le budget des dépenses de l'Association; il communique à l'Assemblée générale le compte détaillé des recettes et dépenses de l'exercice.

Art. 29. — Il organise les Sessions, dirige les travaux, ordonne et surveille les publications, fixe et affecte les subventions et encouragements.

Art. 30. — Le Conseil peut adjoindre au Bureau des commissaires pour l'étude de questions spéciales et leur déléguer ses pouvoirs pour la solution d'affaires déterminées.

Art. 31. — Les Statuts ne pourront être modifiés que sur la proposition du Conseil d'administration et à la majorité des deux tiers des membres votants dans l'Assemblée générale, sauf approbation du gouvernement.

Ces propositions, soumises à une Session, ne pourront être votées qu'à la Session suivante : elles seront indiquées dans les convocations adressées à tous les membres de l'Association.

Art. 32. — Un Règlement général détermine les conditions d'administration et toutes les dispositions propres à assurer l'exécution des Statuts. Ce Règlement est préparé par le Conseil et voté par l'Assemblée générale.

TITRE V. — Dispositions complémentaires.

Art. 33. — Dans le cas où la Société cesserait d'exister, l'Assemblée générale, convoquée extraordinairement, statuera, sous la réserve de l'approbation du gouvernement, sur la destination des biens appartenant à l'Association. Cette destination devra être conforme au but de l'Association, tel qu'il est indiqué dans l'article 1er.

Les clauses stipulées par les donateurs, en prévision de ce cas, devront être respectées.

Les présents Statuts ont été délibérés et adoptés par le Conseil d'État dans sa séance du 12 avril 1876.

Le Maître des Requêtes,
Secrétaire général du Conseil d'État,
Signé : A. Fouquier.

Vu à la Section de l'Intérieur,
le 29 mars 1876.
Le Rapporteur,
Signé : de Marcheville.

Pour copie conforme,

Le Chef du Cabinet du Ministre de l'Instruction publique.

Signé : L. de Lasteyrie.

RÈGLEMENT

TITRE I. — Dispositions générales.

ARTICLE 1er. — Le taux de la cotisation annuelle des membres non fondateurs est fixé à 20 francs.

ART. 2. — Tout membre a le droit de racheter ses cotisations à venir en versant une fois pour toutes la somme de 200 francs. Il devient ainsi membre à vie.

Les membres ayant racheté leurs cotisations pourront devenir membres fondateurs en versant une somme complémentaire de 300 francs. Il sera loisible de racheter les cotisations par deux versements annuels consécutifs de 100 francs.

La liste alphabétique des membres à vie est publiée en tête de chaque volume immédiatement après la liste des membres fondateurs.

ART. 3. — Dans les Sessions générales, l'Association se répartit en quinze sections formant quatre groupes conformément au tableau suivant :

1er GROUPE : *Sciences mathématiques.*

1. Section de mathématiques, astronomie et géodésie;
2. Section de mécanique;
3. Section de navigation;
4. Section de génie civil et militaire.

2e GROUPE : *Sciences physiques et chimiques.*

5. Section de physique ;
6. Section de chimie;
7. Section de météorologie et physique du globe.

3e GROUPE : *Sciences naturelles.*

8. Section de géologie et de minéralogie;
9. Section de botanique;
10. Section de zoologie et de zootechnie;
11. Section d'anthropologie ;
12. Section des sciences médicales.

4e GROUPE : *Sciences économiques.*

13. Section d'agronomie;
14. Section de géographie;
15. Section d'économie politique et statistique.

ART. 4. — Tout membre de l'Association choisit chaque année la section à laquelle il désire appartenir. Il a le droit de prendre part aux travaux des autres sections avec voix consultative.

ART. 5. — Les personnes étrangères à l'Association, qui n'ont pas reçu d'invitation spéciale, sont admises aux séances et aux conférences d'une Sec-

tion, moyennant un droit d'admission fixé à 10 francs. Ces personnes peuvent communiquer des travaux aux Sections, mais ne peuvent prendre part aux votes.

Art. 5 *bis*. — Le Président sortant fait de droit partie du Bureau pendant les deux semestres suivants.

Art. 6. — Le Conseil d'administration prépare les modifications réglementaires que peut nécessiter l'exécution des Statuts, et les soumet à la décision de l'Assemblée générale.

Il prend les mesures nécessaires pour organiser les Sessions de concert avec les comités locaux qu'il désigne à cet effet. Il fixe la date de l'ouverture de chaque Session. Il nomme et révoque tous les employés et fixe leur traitement.

Art. 6 *bis*. — Dans le cas de décès, d'incapacité ou de démission d'un ou de plusieurs membres du Bureau, le Conseil procède à leur remplacement.

La proposition de ce ou de ces remplaçants est faite dans une séance convoquée spécialement à cet effet : la nomination a lieu dans une séance convoquée à sept jours d'intervalle.

Art. 7. — Le Conseil délibère à la majorité des membres présents. Les délibérations relatives au placement des fonds, à la vente ou à l'échange des valeurs et aux modifications statutaires ou réglementaires ne sont valables que lorsqu'elles ont été prises en présence du quart au moins des membres du Conseil dûment convoqués. Toutefois, si, après un premier avis, le nombre des membres présents était insuffisant, il serait fait une nouvelle convocation annonçant le motif de la réunion, et la délibération serait valable, quel que fût le nombre des membres présents.

TITRE II. — Attributions du Bureau et du Conseil d'administration.

Art. 8. — Le Bureau de l'Association est en même temps le Bureau du Conseil d'administration.

Art. 9. — Le Conseil se réunit au moins quatre fois dans l'intervalle de deux Sessions. Une séance a lieu en novembre pour la nomination des Commissions permanentes; une autre séance a lieu pendant la quinzaine de Pâques.

Art. 10. — Le Conseil est convoqué toutes les fois que le Président le juge convenable. Il est convoqué extraordinairement lorsque cinq de ses membres en font la demande au Bureau, et la convocation doit indiquer alors le but de la réunion.

Art. 11. — Les commissions permanentes sont composées des cinq membres du Bureau et d'un certain nombre de membres élus par le Conseil dans sa séance de novembre. Elles restent en fonctions jusqu'à la fin de la Session suivante de l'Association. Elles sont au nombre de quatre :

1° Commission de publication ;
2° Commission de finances;
3° Commission d'organisation de la Session suivante;
4° Commission des récompenses et encouragements.

ART. 12. — La Commission de publication se compose du Bureau et de quatre membres élus, auxquels s'adjoint, pour les publications relatives à chaque section, le Président ou le Secrétaire, ou, en leur absence, un des délégués de la section.

ART. 13. — La Commission des finances se compose du Bureau et de quatre membres élus.

ART. 14. — La Commission d'organisation de la Section se compose du Bureau et de quatre membres élus.

ART. 15. — Pendant la durée de la Session, chacune des sections qui n'est pas représentée dans le Bureau par le Vice-Président et le Vice-Secrétaire général, désignera un de ses délégués pour faire partie de la Commission des subventions: ces nominations seront considérées comme non avenues pour les sections qui se trouveraient représentées dans le Bureau par suite de la nomination en Assemblée générale du Vice-Président et du Vice-Secrétaire général de la Session suivante.

ART. 16. — Le Conseil peut en outre désigner des Commissions spéciales pour des objets déterminés.

ART. 17. — Pendant la durée de la Session annuelle, le Conseil tient ses séances dans la ville où a lieu la Session.

TITRE III. — Du Secrétaire du Conseil.

ART. 18. — Le Secrétaire du Conseil reçoit des appointements annuels dont le chiffre est fixé par le Conseil.

ART. 19. — Lorsque la place de Secrétaire du Conseil devient vacante, il est procédé à la nomination d'un nouveau Secrétaire dans une séance précédée d'une convocation spéciale qui doit être faite quinze jours à l'avance.

La nomination est faite à la majorité absolue des votants. Elle n'est valable que lorsqu'elle est faite par un nombre de voix égal au tiers au moins du nombre des membres du Conseil.

ART. 20. — Le Secrétaire du Conseil ne peut être révoqué qu'à la majorité absolue des membres présents, et par un nombre de voix égal au tiers au moins du nombre des membres du Conseil.

ART. 21. — Le Secrétaire du Conseil rédige et fait transcrire sur deux registres distincts les procès-verbaux des séances du Conseil et ceux des Assemblées générales. Il siège dans toutes les commissions permanentes, avec voix consultative. Il peut faire partie des autres commissions. Il a voix consultative dans les discussions du Conseil. Il exécute, sous la direction du Bureau, les décisions du Conseil. Les employés de l'Association sont placés sous ses ordres. Il correspond avec les membres de l'Association, avec les présidents et secrétaires des Comités locaux et avec les secrétaires des sections. Il fait partie de la Commission de publication et la convoque. Il dirige la publication du volume et donne les bons à tirer. Pendant la durée des Sessions, il veille à la distribution des cartes, à la publication des programmes et assure l'exécution des mesures prises par le Comité local concernant les excursions.

TITRE IV. — Des Assemblées générales.

ART. 22. — Il se tient chaque année, pendant la durée de la Session, au moins une Assemblée générale.

ART. 23. — Le Bureau de l'Association est en même temps le Bureau de l'Assemblée générale. Dans les Assemblées générales qui ont lieu pendant la Session, le Bureau du Comité local est adjoint au Bureau de l'Association.

ART. 24. — L'Assemblée générale, dans une séance qui clôt définitivement la Session, élit, au scrutin secret et à la majorité absolue, le Vice-Président et le Vice-Secrétaire de l'Association pour l'année suivante, ainsi que le Trésorier, s'il y a lieu. Elle nomme, sur la proposition des sections, les membres qui doivent représenter chaque section dans le Conseil d'administration. Elle désigne enfin, une ou deux années à l'avance, les villes où doivent se tenir les Sessions futures.

ART. 25. — L'Assemblée générale peut être convoquée extraordinairement, par une décision du Conseil.

ART. 26. — Les propositions tendant à modifier les Statuts, ou le titre I[er] du règlement, conformément à l'article 31 des Statuts, sont présentées à l'Assemblée générale par le rapporteur du Conseil et ne sont mises aux voix que dans la Session suivante. Dans l'intervalle des deux Sessions, le rapport est imprimé et distribué à tous les membres. Les propositions sont en outre rappelées dans les convocations adressées à tous les membres. Le vote a lieu sans discussion, par *oui* ou par *non*, à la majorité des deux tiers des voix s'il s'agit d'une modification au Règlement. Lorsque vingt membres en font la demande par écrit, le vote a lieu au scrutin secret.

TITRE V. — De l'organisation des Sessions annuelles et du Comité local.

ART. 27. — La Commission d'organisation, constituée comme il est dit à l'article 14, se met en rapport avec les membres fondateurs appartenant à la ville où doit se tenir la prochaine Session. Elle désigne, sur leurs indications, un certain nombre de membres qui constituent le Comité local.

ART. 28. — Le Comité local nomme son Président, son Vice-Président et son Secrétaire. Il s'adjoint les membres dont le concours lui paraît utile, sauf approbation de la Commission d'organisation.

ART. 29. — Le Comité local a pour attribution de venir en aide à la commission d'organisation, en faisant des propositions relatives à la Session, et en assurant l'exécution des mesures locales qui ont été approuvées ou indiquées par la Commission.

ART. 30. — Il est chargé de s'assurer des locaux et de l'installation nécessaires pour les diverses séances ou conférences; ses décisions, toutefois, ne deviennent définitives qu'après avoir été acceptées par la Commission. Il propose les sujets qu'il serait important de traiter dans les conférences, et les personnes qui pourraient en être chargées. Il indique les excursions qui seraient propres à intéresser les membres du Congrès, et prépare celles de ces

excursions qui sont acceptées par la Commission. Il se met en rapport, lorsqu'il le juge utile, avec les sociétés savantes et les autorités des villes ou localités où ont lieu les excursions.

Art. 31. — Le Comité local est invité à préparer une série de courtes notices sur la ville où se tient la Session, sur les monuments, sur les établissements industriels, les curiosités naturelles, etc., de la région. Ces notices sont distribuées aux membres de l'Association et aux invités assistant au Congrès.

Art. 32. — Le Comité local s'occupe de la publicité nécessaire à la réussite du Congrès, soit à l'aide d'articles de journaux, soit par des envois de programmes, etc., dans la région où a lieu la Session.

Art. 33. — Il fait parvenir à la Commission d'organisation la liste des savants français et étrangers qu'il désirerait voir inviter.

Le Président de l'Association n'adresse les invitations qu'après que cette liste a été reçue et examinée par la Commission.

Art. 34. — Le Comité local indique en outre, parmi les personnes de la ville ou du département, celles qu'il conviendrait d'admettre gratuitement à participer aux travaux scientifiques de la Session.

Art. 35. — Depuis sa constitution jusqu'à l'ouverture de la Session, le Comité local fait parvenir deux fois par mois, au Secrétaire du Conseil de l'Association, des renseignements sur ses travaux, la liste des membres nouveaux, avec l'état des paiements, la liste des communications scientifiques qui sont annoncées, etc.

Art. 36. — La Commission d'organisation publie et distribue de temps à autre aux membres de l'Association les communications et avis divers qui se rapportent à la prochaine Session. Elle s'occupe de la publicité générale et des arrangements à prendre avec les compagnies de chemins de fer.

TITRE VI. — De la tenue des Sessions.

Art. 37. — Pendant toute la durée de la Session, le Secrétariat est ouvert chaque matin pour la distribution des cartes. La présentation des cartes est exigible à l'entrée des séances.

Art. 38. — Tout membre, en retirant sa carte, doit indiquer la section à laquelle il désire appartenir, ainsi qu'il est dit article 4.

Art. 39. — Le Conseil se réunit dans la matinée du jour où a lieu l'ouverture de la Session ; il se réunit pendant la durée de la Session autant de fois qu'il le juge convenable. Il tient une dernière réunion, pour arrêter une liste de présentation relative aux élections du Bureau de l'Association, vingt-quatre heures au moins avant la réunion de l'Assemblée générale.

Le Président et l'un des Secrétaires du Comité local assistent, pendant la Session, aux séances du Conseil, avec voix consultative.

Art. 40. — La Session est ouverte par une séance générale, dont l'ordre du jour comprend :

1° Le discours du Président de l'Association et des autorités de la ville et du département ;

2° Le compte rendu annuel du Secrétaire général de l'Association ;

3° Le rapport du Trésorier sur la situation financière.

Aucune discussion ne peut avoir lieu dans cette séance.

A la fin de la séance, le Président indique l'heure où les membres se réuniront dans les sections.

Art. 41. — Chaque section élit, pendant la durée d'une Session, son président pour la Session suivante : le président doit être choisi parmi les membres de l'Association.

Art. 42. — Chaque Section, dans sa première séance, procède à l'élection de son vice-président et de son secrétaire, toujours choisis parmi ses membres. Elle peut nommer en outre un second secrétaire, si elle le juge convenable. Elle procède aussitôt après à ses travaux scientifiques.

Art. 43. — Les présidents de section se réunissent dans la matinée du second jour, pour fixer les jours et les heures des séances de leurs sections respectives, et pour répartir ces séances de la manière la plus favorable. Ils décident, s'il y a lieu, la fusion de certaines sections voisines.

Les présidents de deux ou plusieurs sections peuvent organiser en outre des séances collectives.

Une Section peut tenir, aux heures qui lui conviennent, des séances supplémentaires, à la condition de choisir des heures qui ne soient pas occupées par les excursions générales.

Art. 44. — Pendant la durée de la Session, il ne peut être consacré qu'un seul jour, non compris le dimanche, aux excursions générales. Il ne peut être tenu de séances de sections ni de conférences pendant les heures consacrées à une excursion générale.

Art. 45. — Il peut être organisé une ou plusieurs excursions générales ou spéciales pendant les jours qui suivent la clôture de la Session.

Art. 46. — Les Sections ont toute liberté pour organiser les excursions particulières qui intéressent spécialement leurs membres.

Art. 47. — Une liste des membres de l'Association présents au Congrès paraît le lendemain du jour de l'ouverture, par les soins du Bureau. Des listes complémentaires paraissent les jours suivants, s'il y a lieu.

Art. 48. — Il paraît chaque matin un Bulletin indiquant le programme de la journée, les ordres du jour des diverses séances et les travaux des Sections de la journée précédente.

Art. 49. — La commission d'organisation peut instituer une ou plusieurs séances générales.

Art. 50. — Il ne peut y avoir de discussion en séance générale. Dans le cas où un membre croirait devoir présenter des observations sur un sujet traité dans une séance générale, il devra en prévenir par écrit le Président, qui désignera l'une des prochaines séances de section pour la discussion.

Art. 51. — A la fin de chaque séance de Section, et sur la proposition du Président, la Section fixe l'ordre du jour de la prochaine séance, ainsi que l'heure de la réunion.

Art. 52. — Lorsque l'ordre du jour est chargé, le Président peut n'accorder la parole que pour un temps déterminé qui ne peut être moindre de dix minutes. A l'expiration de ce temps, la Section est consultée pour savoir si la

parole est maintenue à l'orateur ; dans le cas où il est décidé qu'on passera à l'ordre du jour, l'orateur est prié de donner brièvement ses conclusions.

Art. 53. — Les membres qui ont présenté des travaux au Congrès sont priés de remettre au secrétaire de leur section leur manuscrit ou un résumé de leur travail ; ils sont également priés de fournir une note indicative de la part qu'ils ont prise aux discussions qui se sont produites.

Lorsqu'un travail comportera des figures ou des planches, mention devra en être faite sur le titre du mémoire.

Art. 54. — A la fin de chaque séance, les secrétaires de section remettent au Secrétariat :

1° L'indication des titres des travaux de la séance ;

2° L'ordre du jour, la date et l'heure de la séance suivante.

Art. 55. — Les secrétaires de section sont chargés de prévenir les orateurs désignés pour prendre la parole dans chacune des séances.

Art. 56. — Les secrétaires de section doivent rédiger un procès-verbal des séances. Ce procès-verbal doit donner d'une manière sommaire le résumé des travaux présentés et des discussions ; il doit être remis au Secrétariat aussitôt que possible, et au plus tard un mois après la clôture de la session.

Art. 57. — Les secrétaires de section remettent au Secrétaire du Conseil, avec leurs procès-verbaux, les manuscrits qui auraient été fournis par leurs auteurs, avec une liste indicative des manuscrits manquants.

Art. 58. — Les indications relatives aux excursions sont fournies aux membres le plus tôt possible. Les membres qui veulent participer aux excursions sont priés de se faire inscrire à l'avance, afin que l'on puisse prendre des mesures d'après le nombre des assistants.

Art. 59. — Les conférences générales n'ont lieu que le soir, et sous le contrôle d'un président et de deux assesseurs désignés par le Bureau.

Il ne peut être fait plus de deux conférences générales pendant la durée d'une Session.

TITRE VII. — Des comptes rendus.

Art. 60. — Il est publié chaque année un volume contenant : 1° le compte rendu des séances de la Session ; 2° le texte ou l'analyse des travaux provoqués par l'Association, ou des mémoires acceptés par le Conseil.

Art. 61. — Le volume doit être publié dix mois au plus tard après la Session à laquelle il se rapporte. Il est expédié aux invités de l'Association.

L'apparition du volume est annoncée à tous les membres par une circulaire qui indique à partir de quelle date il peut être retiré au Secrétariat.

Art. 62. — Les membres qui n'auraient pas remis les manuscrits de leurs communications au secrétaire de leur section, devront les faire parvenir au Secrétariat du Conseil avant le 1er décembre. Passé cette époque, le titre seul du travail figurera dans les comptes rendus, sauf décision spéciale de la commission de publication.

Art. 62 *bis*. — Dix pages au maximum sont accordées à un auteur pour une même question ; toutefois pour les travaux d'une importance exception-

nelle, la commission de publication pourra proposer au Conseil d'administration de fixer une étendue plus considérable.

Art. 63. — La Commission de publication peut décider, d'ailleurs, qu'un travail ne figurera pas *in extenso* dans les comptes rendus, mais qu'il en sera donné seulement un extrait que l'auteur sera engagé à fournir dans un délai déterminé. Si, à l'expiration de ce délai, cet extrait n'a pas été fourni au Secrétaire du Conseil, l'extrait du procès-verbal relatif à ce travail sera seul inséré.

Art. 64. — Les discussions insérées dans les comptes rendus sont extraites textuellement des procès-verbaux des secrétaires de section. Les notes fournies par les auteurs pour faciliter la rédaction des procès-verbaux devront être remises dans les vingt-quatre heures.

Art. 65. — La Commission de publication décide quelles seront les planches qui seront jointes au compte rendu, et s'entend à cet effet avec la Commission des finances.

Art. 66. — Aucun travail publié en France avant l'époque du Congrès ne pourra être reproduit dans les comptes rendus : le titre et l'indication bibliographique figureront seuls dans ce volume.

Art. 67. — Les épreuves seront communiquées aux auteurs en placards seulement ; une semaine est accordée pour la correction. Si l'épreuve n'est pas renvoyée à l'expiration de ce délai, les corrections sont faites par les soins du Secrétariat.

Art. 68. — Dans le cas où les frais de corrections et changements indiqués par un auteur dépasseraient la somme de 15 francs par feuille, l'excédant calculé proportionnellement serait porté à son compte.

Art. 69. — Les membres dont les communications ont une étendue qui dépasse une demi-feuille d'impression recevront 15 exemplaires de leur travail extraits des feuilles qui ont servi à la composition du volume.

Art. 70. — Les membres pourront faire exécuter un tirage à part de leurs communications avec pagination spéciale au prix convenu avec l'imprimeur par le Bureau. Les tirages à part porteront la mention : « Extrait des Comptes rendus du Congrès tenu à... par l'*Association française pour l'avancement des Sciences.* » Ils seront distribués aussitôt après la publication des comptes rendus.

LISTE DES MEMBRES

DE

L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

(MEMBRES FONDATEURS ET MEMBRES A VIE)

MEMBRES FONDATEURS

PARTS

Abbadie (d'), Membre de l'Institut, 120, rue du Bac. — Paris. 4
Aimé-Girard, Professeur au Conservatoire des Arts-et-Métiers, 5, rue du Bellay. — Paris. 1
Alberti, Banquier, 11 *bis* boulevard Haussmann. — Paris 1
Almeida (d'), Professeur au lycée Corneille, 31, rue Bonaparte. — Paris. 1
Arbois (d'), Capitaine d'état-major, 69, boulevard Malesherbes. — Paris 1
Andouillé (Edmond), Sous-Gouverneur honoraire de la Banque de France, 2, rue du Cirque. — Paris. 2
André (Alfred), Banquier, 49, rue Abbatucci. — Paris 2
André (Édouard), 158, boulevard Haussmann. — Paris. 1
Aubert (Charles), Licencié en droit, Avoué plaidant. — Rocroi (Ardennes). 1
Audibert, Directeur de la Compagnie de Paris à Lyon et à la Méditerranée (Décédé). 2
Aynard (Éd.), Banquier, 19, rue de Lyon. — Lyon 1
Azam, Professeur à la faculté de Médecine. — Bordeaux. 1
Baille, Répétiteur à l'École polytechnique, 2, rue de Fleurus. — Paris. 1
Baillon, Professeur à la Faculté de Médecine, 12, rue Cuvier. — Paris. 1
Balard, Membre de l'Institut (*Décédé*). 1
Bamberger, Banquier, 12, rue Boissy-d'Anglas. — Paris. 1
Bapterosses (F.), Manufacturier, à Briare (Loiret(. 1
Bartholony, Président du Conseil d'administration du chemin de fer d'Orléans, 12, rue La Rochefoucauld. — Paris 1
Béchamp, Doyen de la Faculté de Médecine de l'Université catholique, 8, rue Beauharnais. — Lille. 1
Bellier (M^me), 260, boulevard Saint-Germain. — Paris. 1
Belon, fabricant, avenue de Noailles. — Lyon. 1
Béral (E.), Ingénieur des Mines, 5, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. 1
Bernard (Claude), Membre de l'Académie des sciences et de l'Académie française, (Décédé). 1
Billault-Billaudot et C^ie, Fabricants de produits chimiques, place de la Sorbonne. — Paris. 1
Billy (de), Inspecteur général des Mines (*Décédé*). 1
Billy (Charles de), Conseiller référendaire à la Cour des Comptes, 14, rue Franklin. — Paris 1
Bischoffsheim (L.-R.), Banquier (*Décédé*) 1
Bischoffsheim (Raphaël-Louis), 34, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. 1
Blot, Membre de l'Académie de Médecine, 24, avenue de Messine. — Paris. 1
Bocquet (Vincent du) (*Décédé*) 1
Boissonnet, Général du Génie, Sénateur, 78, rue de Rennes. — Paris 1
Boutin (Émile), 145, rue de Flandre. — Paris. 1
Bondet, Chargé de cours à la Faculté de médecine de Lyon, 2, quai de Retz. — Lyon. 1
Bonneau, Notaire honoraire. — Marans (Charente-Inférieure). 1

BORIE (Victor), Membre de la Société centrale d'agriculture de France, 19, rue Louis-le-Grand. — Paris. 1
BOUDET (F.), Membre de l'Académie de Médecine (*Décédé*). 1
BOUILLAUD, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté de Médecine, 218, boulevard Saint-Germain. — Paris. 1
BOULÉ, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 23, rue Abbatucci. — Paris. 1
BRANDENBURG (Albert), Négociant, 1, rue de la Verrerie. — Bordeaux.. 1
BRÉGUET, Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, 39, quai de l'Horloge. — Paris. 2
BRÉGUET (Antoine), ancien élève de l'École polytechnique, 39, quai de l'Horloge. — Paris. 1
BREITTMAYER (Albert), ancien Sous-Directeur des Docks et Entrepôts de Marseille, 8, place de la Préfecture. — Marseille.. 1
BROCA (Paul), Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine, 1, rue des Saints-Pères. — Paris. 2
BROET, 52, avenue de Saint-Cloud. — Versailles. 1
BROUZET (Ch.), Ingénieur civil, 5, cours Morand. — Lyon. 1
BURTON, Administrateur de la Compagnie des Forges d'Alais, 24, rue Le Peletier, Paris.. 1
CACHEUX (Émile), Ingénieur civil des Arts et Manufactures, 25, quai Saint-Michel. — Paris. 1
CAMBEFORT (J.), Banquier, Administrateur des Hospices, 13, rue de Lyon. — Lyon. 1
CAMONDO (Comte N. DE), 31, rue Lafayette. — Paris. 1
CAMONDO (Comte A. DE), 31, rue Lafayette. — Paris. 1
CAPERON père. 1
CAPERON fils. 1
CARLIER (Auguste), Publiciste, 12, rue de Berlin. — Paris. 1
CARNOT (Adolphe), Ingénieur des Mines, Professeur à l'Ecole des mines et à l'Institut national agronomique, 89, rue de Morny. — Paris 1
CASTHELAZ (John), Fabricant de produits chimiques, 19, rue Sainte-Croix-de-la-Bretonnerie. — Paris. 1
CAVENTOU père, Membre de l'Académie de Médecine (*Décédé*). 1
CAVENTOU fils, Membre de l'Académie de Médecine, 51 *bis*, rue Sainte-Anne. — Paris 1
CERNUSCHI (Henri), 7, avenue Velasquez. — Paris 1
CHABAUD-LATOUR (DE), Général de division du Génie, Sénateur, 41, rue Abbatucci. — Paris. 1
CHABRIÈRES-ARLÈS, Administrateur des Hospices, 12, place Louis XVI. — Lyon. . 1
CHAMBRE de Commerce (la). — Bordeaux. 1
— — — Lyon. 1
— — — Nantes. 1
— — Marseille. 1
CHANTRE (Ernest), Sous-Directeur du Muséum, 37, cours Morand. — Lyon.. . . . 1
CHARCOT, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, 17, quai Malaquais. — Paris. 1
CHASLES, Membre de l'Institut, 3, passage Sainte-Marie-Saint-Germain. — Paris. . 2
LE CHATELIER, Inspecteur général des Mines (*Décédé*) 1
CHAUVEAU (A.), Directeur de l'École vétérinaire, Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon, correspondant de l'Institut, 22, quai des Brotteaux. — Lyon . . 1
CHEVALIER, Négociant, 50, rue du Jardin-Public. — Bordeaux. 1
CLAMAGERAN, Avocat, Conseiller municipal, 57, avenue Joséphine. — Paris. . . . 1
CLERMONT (DE), Sous-Directeur du Laboratoire de Chimie à la Sorbonne, 8, boulevard Saint-Michel. — Paris. 1
CLOQUET (Jules), Membre de l'Institut, 19, boulevard Malesherbes. — Paris. . . 1
COLLIGNON (Ed.), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Inspecteur de l'École des Ponts et Chaussées, 70, boulevard Saint-Germain. — Paris 1
COMBAL, Professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier. 1
COMBES, Inspecteur général des Mines, Directeur de l'École des Mines (*Décédé*).. 1
COMPAGNIE des chemins de fer du Midi, 54, boulevard Haussmann. — Paris.. . 5
— — d'Orléans, 1, place Walhubert. — Paris. . . . 5
— — de l'Ouest, 110, rue Saint-Lazare. — Paris. 5
— — de Paris à Lyon et à la Méditerranée, 88, rue Saint-Lazare. — Paris. 5

Compagnie du Gaz Parisien, rue Condorcet. — Paris. 4
— des Salins du Midi, 84, rue de la Victoire. — Paris. 2
— des Messageries maritimes, 28, rue Notre-Dame-des-Victoires. — Paris. 1
— des Fonderies et Forges de Terre-Noire, la Voulte et Bessèges. —Lyon. 1
— générales des Verreries de la Loire et du Rhône, à Rive-de-Gier (Loire) (M. Hutter, Administrateur délégué). 1
— des Fonderies et Forges de l'Horme, 8, rue Bourbon. — Lyon. . . . 1
— du Gaz de Lyon, rue de Savoie. — Lyon. 1
— de Roche-la-Molière et Firminy. — Lyon. 1
— des Mines de houille de Blanzy (Jules Chagot et Cie), à Montceaux-les-Mines (Saône-et-Loire), 55, boulevard Haussmann. — Paris. 1
Conseil d'administration de la Compagnie des Minerais de fer magnétique de Mokta-el-Hadid, 59, rue de la Victoire. — Paris. 1
Conseil d'administration de l'École Monge, 165, boulevard Malesherbes. — Paris. 1
Coppet (de), Chimiste. — Villa Irène, aux Baumettes. — Nice. 1
Cornu, Membre de l'Institut, Ingénieur des Mines, Professeur à l'École polytechnique, 38, rue des Écoles. — Paris. 1
Cosson, Membre de l'Institut et de la Société botanique, 7, rue Abbatucci. — Paris. 1
Courtois de Viçose, petite rue d'Albade. — Toulouse. 1
Courty, Professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier. — Montpellier. . . 1
Crouan (Fernand), Armateur, 14, rue Héronnière. — Nantes. 1
Daguin, ancien Président du Tribunal de commerce de la Seine, 4, rue Castellane. — Paris. 1
Dalligny, 5, rue d'Albe. — Paris. 1
Davillier, Banquier, 14, rue Roquepine. — Paris. 1
Degousée, Ingénieur civil, 35, rue de Chabrol. — Paris. 1
Delaunay, Ingénieur des Mines, Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire. (*Décédé*). 1
Dr Delore, Chirurgien en chef de la Charité, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon, 31, place Bellecour. — Lyon 1
Demarquay, Membre de l'Académie de Médecine. (*Décédé*). 1
Demongeot, Ingénieur des Mines, Maître des requêtes au Conseil d'État. (*Décédé*). 1
Deutel, Adjoint au maire du 2e arrondissement, 107, boulevard de Sébastopol. — Paris. 1
Dr Dron, ex-Chirurgien en chef de l'Antiquaille, Secrétaire général de la Société de Médecine, rue de Lyon. — Lyon. 1
Dulles (Mme Auguste), 53, rue de la Côte. — Le Havre. 1
Dulles (Auguste), 53, rue de la Côte. — Le Havre. 1
Dorvault, Directeur de la Pharmacie centrale. (*Décédé*). 1
Dumas, Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, Membre de l'Académie française, 3, rue Saint-Dominique. — Paris 1
Dupouy (E.), Avocat, Conseiller général, Député de la Gironde. — Bordeaux. . . 1
Dupuy de Lôme, Membre de l'Institut, Sénateur, 374, rue Saint-Honoré. — Paris. 1
Dupuy (Paul), Professeur à l'École de Médecine, 78, chemin d'Eysines. — Bordeaux 2
Dupuy (Léon), Professeur au Lycée, 13, rue Vital-Carles. — Bordeaux. 1
Durand-Billion, ancien Architecte. (*Décédé*) 1
Duval (Fernand), Administrateur de la Compagnie parisienne, 53, rue François Ier. — Paris 1
Duvergier, Président de la Société Industrielle, 35, rue Saint-Cyr. — Lyon. . . 1
Eichthal (d'), Banquier, Président du Conseil d'administration des chemins de fer du Midi, 42, rue Neuve-des-Mathurins.— Paris. 10
Engel, Relieur, 91, rue du Cherche-Midi. — Paris. 1
Erhardt-Schieble, Graveur, 12, rue Duguay-Trouin. — Paris. 1
Espagny (le comte d'), Trésorier-payeur général du Rhône. (*Décédé*) 1
Faure (Lucien), Président de la Chambre de Commerce. — Bordeaux. 1
Frémy, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum, Professeur au Muséum et à l'École polytechnique, 33, rue Cuvier. 1
Friedel, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences, 60, boulevard Saint-Michel. — Paris 1

FRIEDEL (Mme), née Combes, 60, boulevard Saint-Michel. — Paris. 1
FROSSARD (Ch.-L.), 14, rue de Boulogne. — Paris 1
FUMOUZE (Armand), Docteur-médecin-pharmacien, 78, Faubourg-Saint-Denis. — Paris. 1
GALANTE, Fabricant d'instruments de chirurgie, 2, rue de l'École-de-Médecine. — Paris. 1
GALLINE (P.), Banquier, Président de la Chambre de Commerce, 11, place Bellecour. — Lyon. 1
GARIEL (C.-M.), Ingénieur des Ponts et Chaussées, Professeur agrégé libre à la Faculté de Médecine, 39, rue Jouffroy. — Paris. 1
GAUDRY (Albert), Professeur au Muséum d'histoire naturelle, 7 *bis*, rue des Saints-Pères. — Paris 1
GAUTHIER-VILLARS, Libraire, ancien élève de l'École polytechnique, 55, quai des Augustins. — Paris. 1
GEOFFROY-SAINT-HILAIRE (Albert), Directeur du Jardin d'acclimatation, 50, boulevard Maillot. — Neuilly (Seine). 1
GERMAIN (Henri), Député de l'Ain, Président du Conseil d'administration du Crédit lyonnais, 8, rue Murillo. — Paris.. 1
GERMAIN (Philippe), Directeur de l'agence du Comptoir d'escompte de Paris, 33, place Bellecour. — Lyon. 1
GERMER-BAILLIÈRE, Libraire, Conseiller municipal, 108, boul. St-Germain.—Paris. 1
GILLET fils aîné, Teinturier, 9, quai Serin. — Lyon. 1
Dr GINTRAC père, Correspondant de l'Institut. (*Décédé*) 1
GIRARD (Ch.), Manufacturier, 20, rue des Écoles.— Paris.. 1
GOLDSCHMIDT (Fréderic), Banquier, 22, rue de l'Arcade. — Paris. 1
GOLDSCHMIDT (Léopold), Banquier, 8, rue Murillo. — Paris. 1
GOLDSCHMIDT (S.-H.), 33, boulevard Malesherbes. — Paris. 1
GOUNOUILHOU, Imprimeur, 11, rue Guiraude. — Bordeaux. 1
GRUNER, Inspecteur général des Mines, 84, rue d'Assas.— Paris. 1
Dr GUBLER Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine.(*Décédé*.). 1
Dr GUÉRIN (Alphonse), Membre de l'Acad. de Médecine, 17, rue Jean-Goujon. —Paris. 1
GUICHE (marquis DE LA), 16, rue Matignon. — Paris. 1
GUIMET (Émile), Négociant, place de la Miséricorde. — Lyon.. 1
HACHETTE et Cie, Libraires-Éditeurs, 79, boulevard Saint-Germain. — Paris. . . . 1
HADAMARD (David), 14, rue Bleue.— Paris.. 1
HATON DE LA GOUPILLIÈRE, Ingénieur des Mines, Examinateur d'admission à l'École polytechnique, 8, rue Garancière. — Paris. 1
HAUSSONVILLE (comte D'), Membre de l'Académie française, 109, rue St-Dominique. — Paris. 1
HECHT (Étienne), Négociant, 19, rue Le Peletier. — Paris. 1
HENTSCH, Banquier, 20, rue Le Peletier. — Paris. 2
HILLEL frères, 31, rue Lafayette. — Paris. 2
HOTTINGUER, Banquier, 38, rue de Provence. —Paris. 1
HOUEL, Ingénieur, 75, avenue des Champs-Élysées. — Paris. 1
HOVELACQUE (Abel), Professeur à l'École d'anthropologie, conseiller municipal, 39, rue de l'Université. — Paris. 1
Dr HUREAU DE VILLENEUVE, 95, rue Lafayette. — Paris.. 1
HUYOT, Ingénieur des Mines, Directeur de la Compagnie des chemins de fer du Midi, 10, rue du Cirque. — Paris. 1
JACQUEMART (Fréderic), 58, Faubourg-Poissonnière. — Paris.. 1
JAMESON (Conrad), Banquier, 38, rue de Provence. — Paris.. 1
JAVAL, Membre de l'Assemblée nationale. (*Décédé*.).. 1
JOHNSTON (Nathaniel), ancien Député, Pavé des Chartrons.— Bordeaux. 1
Dr JOURDANET, 1, rue de Berri. — Paris.. 1
KANN, Banquier, 58, avenue du Bois-de-Boulogne. — Paris. 1
KŒNIGSWARTER (baron Maximilien DE), ancien Député. (*Décédé*) 1
KŒNIGSWARTER (Antoine), 60, rue de la Chaussée-d'Antin. — Paris. 1
KRANTZ, Sénateur, Inspecteur général des ponts et chaussés, Commissaire général de l'Exposition universelle, 40, avenue Duquesne. — Paris 1
KUHLMANN (Frédéric), Correspondant de l'Institut. — Lille.. 2
KUPPENHEIM (J.), Négociant, membre du Conseil des Hospices, 26, quai St-Antoine. — Lyon. . . . .

Dr Lagneau (Gustave), Membre de l'Académie de médecine, 38, rue de la Chaussée-d'Antin. — Paris. 1
Lalande (Armand), Négociant, 84, quai des Chartrons. — Bordeaux. 1
Lamé-Fleury, Ingénieur en chef des Mines, secrétaire du Conseil général des Mines, 62, rue de Verneuil. — Paris. 1
Lamy (Ernest), 83, rue Taitbout. — Paris. 1
Lan, Ingénieur en chef des Mines, Directeur des Forges de Châtillon et de Commentry, 3, rue du Regard. — Paris. 2
Lapparent (de), Ingénieur des mines, 3, rue de Tilsitt. — Paris. 1
Larrey (le baron), Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Député des Hautes-Pyrénées, 91, rue de Lille. — Paris. 1
Laurencel (le comte de), 26, rue des Écoles. — Paris 1
Lauth (Ch.), Chimiste, Membre du Conseil municipal, 2, rue de Fleurus. — Paris. 1
Lecomte, Ingénieur civil des Mines, 49, rue Laffitte. — Paris 2
Lecoq de Boisbaudran, Correspondant de l'Institut, Négociant. — Cognac. 1
Le Fort (Léon), Membre de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté, 96, rue de la Victoire. — Paris 1
Le Marchand (Augustin), Ingénieur géologue, aux Chartreux. — Petit Quevilly, près Rouen. 1
Lesseps (Ferdinand de), Membre de l'Institut, Président-fondateur de la Compagnie universelle du canal maritime de l'Isthme de Suez, 9, rue Richepance. — Paris. 1
Leudet, Directeur de l'École de médecine de Rouen, 49, boul. Cauchoise.— Rouen. 1
Levallois (J.), Inspecteur général es Mines en retraite. (*Décédé*). 1
Lévy-Crémieux, Banquier, 34, rue de Châteaudun. — Paris. 1
Liger, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 10, rue de Berlin. — Paris 1
Dr Lortet, Doyen de la Faculté de Médecine de Lyon, Directeur du Muséum d'histoire naturelle, 1, quai de la Guillottière. — Lyon. 1
Lyon, Avocat, 11, rue de Téhéran (parc Monceaux). — Paris. 1
Lutscher, Banquier, 43, rue La Bruyère.— Paris 2
Luze (de) père, Négociant, rue et château Rivière. — Bordeaux 1
Dr Magitot, 8, rue des Saints-Pères. — Paris 1
Mangini, Sénateur, rue des Archers. — Lyon. 1
Mannberger, Banquier, 59, rue de Provence. — Paris. 1
Mannheim, Chef d'Escadrons d'artillerie, Professeur à l'École polytechnique, 11, rue de la Pompe (Passy) Paris. 1
Marès (Henri). — Montpellier.. 1
Martinet (Émile), Imprimeur, 2, rue et hôtel Mignon. — Paris.. 1
Malveille (de), château de Calviac-Lassalle (Gard) 1
Masson (G.), Libraire de l'Académie de Médecine, 120, boulevard St-Germain.—Paris. 1
M. E. (anonyme). — Paris 1
Ménier, Membre de la Chambre de Commerce de Paris, député de Seine-et-Marne, 6, rue d'Enghien. — Paris. 10
Merle (Henri). — Salindres (Gard). 1
Meynard (J.-J.), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en retraite, 3, quai Saint-Clair. — Lyon. 1
Mirabaud, Banquier, 29, rue Taitbout. — Paris. 1
Monod (Charles), Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 12, rue Cambacérès. — Paris. 1
Mony (C.) — Commentry (Allier) 1
Morel d'Arleux (Charles), Notaire, 28, rue de Rivoli. — Paris. 1
Dr Nélaton, Membre de l'Institut. (*Décédé*).. 1
Ollier, Ex-chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu de Lyon, Correspondant de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon, 5, quai de la Charité. — Lyon. 1
Oppenheim frères, Banquiers, 11, boulevard Haussmann. — Paris. 2
Parran, Ingénieur des Mines, Directeur des mines de fer magnétique de Mokta-el-Hadid, 3, rue du Regard. — Paris. 1
Parrot, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine, 15, quai Malaquais. — Paris. 1
Pasteur, Membre de l'Institut, 45, rue d'Ulm. — Paris 1
Perdrigeon, Agent de change, 178, rue Montmartre. — Paris 1
Perrot (Adolphe), Docteur ès sciences, ancien préparateur de Chimie à la Faculté de Médecine de Paris. — Genève (Suisse). 2

PEYRE (Jules), Banquier. — Toulouse. 1
PIAT (A.), Constructeur mécanicien, 49, rue Saint-Maur. — Paris 1
PIATON, Président du Conseil d'administration des Hospices, 9, rue Ravez. — Lyon. 1
PICCIONI (Antoine). — Pino (Corse). 1
POIRRIER, Fabricant de produits chimiques. 49, rue Hauteville. — Paris. 2
POLIGNAC (le prince Camille DE), 20, rue Taitbout. — Paris. 1
POTIER, Ingénieur des Mines, répétiteur à l'École polytechnique, 1, rue de Boulogne. — Paris 1
POUPINEL (Paul), 64, rue de Saintonge. — Paris. 1
POUPINEL (Jules), 8, rue Murillo. — Paris. 1
QUATREFAGES DE BRÉAU (DE), Membre de l'Institut, Professeur au Muséum, 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire. — Paris. 1
RÉCIPON (Emile), Propriétaire-Industriel, 47, avenue Friedland. — Paris 1
REINACH, Banquier, 31, rue de Berlin. — Paris. 1
RENOUARD fils (Alfred), Filateur, 46, rue Alexandre Leleux. — Lille. 1
RENOUVIER (Charles), à la Verdette, près le Pontet, par Avignon (Vaucluse). . . . 1
RIAZ (Auguste DE), Banquier, 10, quai de Retz. — Lyon. 1
Dr RICORD, Membre de l'Académie de Médecine, 6, rue de Tournon. — Paris. . . 1
RIFFAUT (le général), 10, rue Garancière. — Paris 1
RIGAUD, Fabricant de produits chimiques, 8, rue Vivienne. — Paris. 1
RIGAUD (Madame), 8, rue Vivienne. — Paris. 1
RISLER (Charles), Chimiste, 39, rue de l'Université. — Paris. 1
ROCHETTE (DE LA), Maître de forges (Hauts-Fourneaux et Fonderies de Givors), 11, cours du Midi. — Lyon. 1
ROLLAND, Membre de l'Institut, Directeur général des Manufactures de l'État, 66, rue de Rennes. — Paris. 1
Dr ROLLET DE L'YSLE. — Montmerle-sur-Saône (Ain) 1
ROMILLY (DE), 22, rue Bergère. — Paris 1
ROSIERS (DES), Propriétaire, 154, boulevard Haussmann. — Paris. 1
ROTHSCHILD (le baron Alphonse DE), 2, rue Saint-Florentin. — Paris. 1
Dr ROUSSEL (Théophile), Sénateur, Membre de l'Académie de médecine, 64, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris.. 1
ROUVIÈRE (A.), Ingénieur civil et Propriétaire. — Mazamet (Tarn) 1
SAINT-PAUL DE SAINÇAY, Directeur de la Société de la Vieille-Montagne, 19, rue Richer. — Paris 1
SALET (Georges), Préparateur à la Faculté de Médecine, 120, boulevard St-Germain, — Paris.. 1
SALLERON, Constructeur, 24, rue Pavée (au Marais). — Paris. 1
SALVADOR (Casimir). (*Décédé*). 1
— 2e souscription. 1
SAUVAGE, Directeur de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est. (*Décédé*) . . . 2
SAY (Léon), Sénateur, Ministre des Finances, 45, rue La Bruyère. — Paris 1
SCHEURER-KESTNER, Sénateur, 84, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris 1
SCHRADER père, ancien Directeur des classes de la Société philomathique, 20, rue Borie. — Bordeaux 1
SEDILLOT (C.), Membre de l'Institut, Ex-Médecin Inspecteur général, Directeur de l'École militaire de santé de Strasbourg, 131, boulevard Saint-Michel. — Paris. 1
SERRET, Membre de l'Institut, 36, rue Saint-Martin. — Versailles. 1
SEYNES (DE), Agrégé à la Faculté de Médecine, 63, rue de Varennes. — Paris. . 1
SIÉBERT, 23, rue Paradis-Poissonnière. — Paris 1
SOCIÉTÉ anonyme des Houillères de Montrambert et de la Béraudière. — Lyon. 1
SOCIÉTÉ nouvelle des Forges et chantiers de la Méditerranée, 28, rue Notre-Dame-des-Victoires. — Paris. 1
SOLVAY. — Baitsfort-lès-Bruxelles (Belgique) 2
SOLVAY ET Cie, Usine de Varangéville-Dombasle, par Dombasle (Meurthe-et-Moselle) 1
Dr SUCHARD. — 76, rue d'Assas, à Paris et aux Tanis de Lavey. — (Suisse, Vaud). 1
SURELL, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en retraite, Administrateur du Chemin de fer du Midi, 54, boulevard Haussmann. — Paris 1
TALABOT (Paul), Directeur général des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, 10, rue Saint-Arnaud. — Paris 1
THÉNARD (le baron Paul), Membre de l'Institut, 6, place Saint-Sulpice. — Paris. 1
TISSIÉ-SARRUS, Banquier. — Montpellier. 1
TOURASSE (Pierre-Louis), Propriétaire, Petit-Boulevard. — Pau. 1

Toulasse (Pierre-Louis), 2e souscription. 1
— 3e souscription 1
— 4e souscription 1
Trébucien (Ernest), Manufacturier, 25, cours de Vincennes. — Paris 1
Vautier (Émile), Ingénieur civil, 46, rue Centrale. — Lyon. 1
Verdet (Gabriel), Président du Tribunal de commerce. — Avignon. 1
Vernes (Félix), Banquier, 29, rue Taitbout. — Paris 1
Vernes d'Arlandes (Th.), 25, faubourg Saint-Honoré. — Paris 1
Vignon (J.), 45, rue Malesherbes. — Lyon 1
Dr Voisin (Auguste), 16, rue Séguier. — Paris 1
Wallace (sir Richard), 2, rue Laffitte. — Paris 2
Wurtz (Adolphe), Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté de Médecine et à la Faculté des Sciences, 27, rue Saint-Guillaume. — Paris. . . . .
Wurtz (Théodore), 40, rue de Berlin. — Paris . . . .

MEMBRES A VIE

Albertin (Joseph), Directeur des Eaux minérales de Saint-Alban, rue de l'Entrepôt. — Roanne (Loiret).
Anonyme, 42, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris.
Baille (Mme), 2, rue de Fleurus. — Paris.
Bargeaud (Paul), Percepteur. — Saint-Genis-de-Saintonge (Charente Inférieure).
Babin, Ingénieur de la Marine, rue du Ha. — Bordeaux.
Dr Barrois (Ch.), Maître de conférences à la Faculté des sciences, 37, rue Rousselle, faubourg Saint-Maurice. — Lille.
Barrois (Jules), 37, rue Rousselle, faubourg Saint-Maurice. — Lille.
Bayssellance, Ingénieur de la Marine, Président de la région Sud-Ouest du Club Alpin. — Bordeaux.
Belize (Frédéric), Propriétaire. — Vitteaux (Côte-d'Or).
Bergeron, Ingénieur civil, 26, rue de Penthièvre. — Paris.
Bergeron (Jules), Ingénieur des Arts et manufactures, 75, rue Saint-Lazare. — Paris.
Bergeron (Jules), Membre de l'Académie de médecine, 75, rue Saint-Lazare. — Paris.
Bertrand (J.), Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France, 9, rue des Saints-Pères. — Paris.
Bichon, Constructeur de navires. — Lormont, près Bordeaux.
Blandin, Député de la Marne, maire d'Epinay, 93, boulevard Haussmann. — Paris.
Bonnaic (Théodore), Notaire honoraire. — Marans (Charente-Inférieure).
Bordier (Henri), Bibliothécaire honoraire à la Bibliothèque nationale, 182, rue de Rivoli. — Paris.
Dr Boutin (Léon), 18, rue de la Pépinière. — Paris.
Brandenburg (Mme veuve), 1, rue de la Verrerie. — Bordeaux.
Bruc, Directeur des chemins de fer Nantais. — La Madeleine-en-Varades (Loire-Inférieure).
Broca (Auguste), 1, rue des Saints-Pères. — Paris.
Buchard, Capitaine du génie. — Grenoble.
Buhlmann (Georges), Administrateur de la Société générale, 166, boulevard Haussmann. — Paris.
Bollemans, Président du Tribunal de commerce, 11, quai Tilsitt. — Lyon.
Hallen et Cie (J.), Usine de Portillon (céruse et blanc de zinc). — Portillon près Tours.
Buisson, Ingénieur civil, rue Saint-Thomas. — Évreux.
Caix de Saint-Aymour (Vicomte Am. de), Membre du Conseil général de l'Oise, de la Société d'anthropologie et de plusieurs Sociétés savantes. — Château d'Ognon, près Barbery (Oise).
Caperon père.
Caperon fils.
Cardeilhac, Négociant, 91, rue de Rivoli. — Paris.
Carpentier (Ernest de). — Crocbarré, commune de Doisnon, par Arcis-sur-Aube.
Dr Carret (Jules). — Chambéry (Savoie).

Cassagne (comte Antoine de), Propriétaire, membre de la Société des Sciences industrielles, Arts et Belles-Lettres de Paris, au château de Saint-Jean-de-Libron, près Béziers (Hérault).

Dr Caubet, Ancien interne des hôpitaux de Paris, Aide de clinique et professeur suppléant à l'Ecole de médecine, 3, rue Lapeyrouse. — Toulouse.

Cazalis de Fondouce (Paul-Louis), Secrétaire général de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier, 18, rue des Étuves. — Montpellier (Hérault).

Cazeneuve, Directeur de l'École de médecine, 26, rue des Ponts-de-Comines. — Lille.

Cazenove (Raoul de), Propriétaire, 8, rue Sala. — Lyon.

Cazottes (A.-M.-J.), Pharmacien. — Millau (Aveyron).

Chabert, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Mantes (Seine-et-Oise).

Chaix (A.), Imprimeur, 20, rue Bergère. — Paris.

Chambre des Avoués au Tribunal de 1re instance. — Bordeaux.

Chambre de Commerce du Havre.

Charcellay, Pharmacien. — Fontenay-le-Comte (Vendée).

Dr Chatin (Joannès), Professeur agrégé à l'École supérieure de pharmacie, 49, rue de Rennes. — Paris.

Dr Chil-y-Naranjo (Grégorio). — Palmas (Grand-Canaria).

Cleveland Abbe, Astronome et Météorologiste, *Army Signal Office*.—Washington (U.S.)

Cloizeaux (des), Membre de l'Institut, Professeur au Muséum, 13, rue Monsieur.—Paris.

Clouzet (Ferd.), Conseiller général, cours des Fossés. — Bordeaux.

Cotteau, 36, boulevard Saint-Michel. — Paris.

Counord (E.), Ingénieur civil, 127, cours du Médoc. — Bordeaux.

Dr Coutagne (Henry), 79, rue de Lyon. — Lyon.

Crapon (Denis). — Pont-Evesque (Isère).

Crespel-Tilloy (Charles), Manufacturier, 14, rue des Fleurs. — Lille.

Dr Dagrève (E.). Médecin du Lycée et de l'Hôpital. — Tournon (Ardèche).

Dr Dally (Eugène), 5, rue Legendre. — Paris.

Degorce (E.), Pharmacien de 1re classe de la marine. — Cayenne (Guyane française).

Delattre (Carlos), Filateur. — Roubaix.

Delessert (Édouard), 17, rue Raynouard. — Paris-Passy.

Delhomme, propriétaire du Café anglais, 13, boulevard des Italiens. — Paris.

Delon (Ernest), Ingénieur civil, 14, rue du Collège. — Montpellier.

Delvaille, Docteur en médecine. — Bayonne.

Depaul (Henri), avenue Drouet-d'Erlon. — Reims.

Detroyat (Arnaud). — Bayonne.

Deutsch (A.), Négociant-Industriel, 103, rue de Flandre. — Paris.

Dida (A.), Chimiste, 9, rue Popincourt. — Paris.

Dida, fils, 9, rue Popincourt. — Paris.

Doré-Graslin (Edmond), 24, rue Crébillon. — Nantes.

Douvillé, Ingénieur des Mines, 3, rue du Bac. — Paris.

Dr Dransart. — Somain (Nord).

Dr Duboué. — Pau.

Duclaux (Émile), Professeur à la Faculté des sciences, 29, avenue de Noailles.—Lyon,

Ducrocq (Auguste). — Niort (Deux-Sèvres).

Dufresne, Inspecteur général de l'Université, 73, rue de Morny. — Paris.

Dr Dulac. — Montbrison.

Duplay, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Chirurgien des hôpitaux, 3, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris.

Duval, Ingénieur des ponts et chaussées, 8, avenue Saint-François-Xavier. — Paris.

Eichthal (Gustave d'), 44, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris.

Eichthal (Eugène d'), 44, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris.

Eichthal (Georges d'), 53, rue de Chateaudun. — Paris.

Eichthal (Louis d'). — Les Bezards, par Nogent-sur-Vernisson (Loiret).

Elisen, Ingénieur administrateur de la Compagnie générale transatlantique, 21, rue Abbatucci. — Paris.

Espous (Le comte Auguste d'). — Montpellier.

Expert-Bezançon (Ch.), de la maison Bezançon frères et Cie, fabrique de céruse 187, rue du Château-des-Rentiers. — Paris.

Faye, Membre de l'Institut, Inspecteur général de l'Instruction publique, 9, chaussée de la Muette. — Paris.

Fière (Paul), Archéologue, Membre correspondant de la Société de numismatique et d'archéologie. — Voiron (Isère).

Dr Fieuzal, 93, faubourg Saint-Honoré. — Paris.
Fontarive, Propriétaire. — Linneville, commune de Gien (Loiret).
Fourment (le baron de), — Cercamp-lès-Frévent (Pas-de-Calais).
Fournier (Félix), Membre de la Commission des échanges internationaux, au Ministère de l'Instruction publique, 119, rue de l'Université. — Paris.
Fournier (A.), Professeur de la Faculté de médecine de Paris, médecin des hôpitaux, 1, rue Saint-Arnaud. — Paris.
Dr Fromentel (de). — Gray.
Gamel (Mme), 39, rue Jouffroy. — Paris.
Dr Gache, 23, rue Saint-Isaure. — Paris.
Giard, Professeur à la Faculté des sciences, 37, rue Colbert. — Lille.
Dr Gibert, 41, rue Séry. — Havre.
Girard, Directeur de la manufacture des tabacs. — Lyon.
Giraud (Louis). — Saint-Péray (Ardèche).
Gobin, Ingénieur en chef du service municipal, 8, place Saint-Jean. — Lyon.
Guérin (Félix), Propriétaire, 3, route de Toulouse. — Bordeaux.
Gournerie (de la), Membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, 75, boulevard Saint-Michel. — Paris.
Gueysse, Ingénieur hydrographe de la marine, 42, rue des Écoles. — Paris.
Guy, Négociant, 29, quai Valmy. — Paris.
Héron (Guillaume), propriétaire, 2, rue Daleyrac. — Toulouse.
Hoel (J.), Fabricant de lunettes, 26, boulevard Voltaire. — Paris.
Hovelacque-Gense, 2, rue Fléchier.— Paris.
Hovelacque-Khnopff, 88, rue des Sablons. — Passy-Paris.
Hulot, Directeur de la fabrication des timbres-poste, hôtel de la Monnaie. — Paris.
Humbert (G.) 45, rue Malesherbes. — Lyon.
Jackson (James), 13, avenue du Bois de Boulogne. — Paris.
Dr Jobert, Professeur à la Faculté des sciences. — Dijon.
Jones (Charles), chez M. R.-P. Jones, 14, boulevard Malesherbes. — Paris.
Jordan (Camille), Ingénieur des Mines, Professeur à l'École polytechnique, 66, rue de Rennes. — Paris.
Dr Javal, 58, rue de Grenelle Saint-Germain. — Paris.
Jungfleisch, Professeur à l'École supérieure de pharmacie, 38, rue des Écoles. — Paris.
Kœchlin (Jules), avenue Ruysdaël, 4 (parc Monceaux). — Paris.
Kuhlmann, fils, 4, rue du Maire. — Lille.
Labadie, Négociant, 49, Pavé des Chartrons. — Bordeaux.
Lacretelle, Ingénieur. — Bois-d'Oingt (Rhône).
Laënnec, Directeur de l'École de médecine, 13, boulevard Delorme. — Nantes.
Lallié (Alfred), Avocat, 11, avenue Camus. — Nantes.
Dr Lantier (E.), 13 — Corbigny (Nièvre).
Laroche (Félix), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 118, avenue des Champs-Élysées. — Paris.
Laroche (Mme Félix), 118, avenue des Champs-Élysées. — Paris.
Latham (Lionel), 9, rue Escarpée. — Havre.
Laussedat, Colonel du génie, Professeur au Conservatoire des Arts-et-Métiers, 15, rue Vanneau. — Paris.
Lavalley, Ingénieur, 18, rue Murillo. — Paris.
Lebret (Paul), 22, rue Caumartin. — Paris.
Lechat (Charles), maire de Nantes, place Launay. — Nantes.
Le Monnier, Professeur de botanique à la Faculté des sciences, 5, rue de la Pépinière. — Nancy.
Lépine, Professeur à la Faculté de médecine de Lyon. — Lyon.
Lespiault, Professeur à la Faculté des sciences, rue Michel-Montaigne. — Bordeaux.
Levasseur, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France, 26, rue Monsieur-le-Prince. — Paris.
Lisbonne, Ingénieur de la Marine, 168, rue du Faubourg-Saint-Honoré. — Paris.
Longchamps (G. de), Professeur de mathématiques spéciales au Lycée.
Longhaye (Aug.), Négociant, 22, rue de Tournai. — Lille.
Loriol (de), Ingénieur civil, ancien élève de l'École des Mines, 46, rue Centrale. — Lyon.
Loyer (Henri), Filateur, 394, rue Notre-Dame. — Lille.

Mahyer, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 102, rue de Grenelle-Saint-Germain. — Paris.
Mangin (A.), Directeur des constructions navales, 42, rue de Berri. — Paris.
Marchegay, Ingénieur civil des Mines, 27, quai Tilsitt. — Lyon.
Dr Marès (Paul), 28, rue Jacob. — Paris.
Marignac (Charles), Professeur. — Genève (Suisse).
Marjolin, Chirurgien des hôpitaux, 16, rue Chaptal. — Paris.
Martin (William), chargé d'affaires d'Hawaï, 13, avenue de la Reine-Hortense. — Paris.
Dr Martin (de), Secrétaire général de la Société médicale d'émulation de Montpellier, Membre correspondant pour l'Aude de la Société nationale d'agriculture de France, 22, boulevard du Jeu de Paume. — Montpellier.
Masurier (J.), Négociant, 16, rue d'Aumale. — Paris.
Maurel (Marc), Banquier, Conseiller municipal. — Bordeaux.
Maurel (Émile), Négociant, 7, rue d'Orléans. — Bordeaux.
Maxwell-Lyte (F.), Ingénieur chimiste, 6, cité du Retiro, 30, faubourg Saint-Honoré. — Paris.
Meissonier, Fabricant de produits chimiques, 5, rue de Béranger. — Paris.
Meunier (Mme Hippolyte). (*Décédée.*)
Dr Micé, Professeur à l'École de Médecine. — Bordeaux.
Milne-Edwards (Alphonse), Professeur de zoologie au Muséum et à l'École de pharmacie, rue Cuvier, au Muséum. — Paris.
Mirabaud (Paul), 29, rue Taitbout. — Paris.
Dr Montfort, Professeur à l'École de médecine, 19, quai Voltaire. — Nantes.
Mont-Louis, Imprimeur, 2, rue Barbançon. — Clermont-Ferrand.
Mortillet (Gabriel de), attaché au Musée des Antiquités nationales. — Saint-Germain-en-Laye.
Dr Nicas. — Fontainebleau.
Normand, Conseiller général de la Loire-Infér., 12, quai des Constructions. — Nantes.
Odier, Directeur-Adjoint de la Caisse générale des Familles, 4, rue de la Paix. — Paris.
Œchsner de Coninck (William), 105, rue de Rennes. — Paris.
Parise, Professeur à l'École de Médecine, 26, place des Bluets. — Lille.
Parmentier (le général), Membre du Comité des fortifications, 5, rue du Cirque. — Paris.
Passy (Fréderic), Membre de l'Académie des sciences morales et politiques, 8, rue Labordère. — Neuilly (Seine).
Passy (Paul-Edmond), Licencié es-lettres, 8, rue Labordère. — Neuilly (Seine).
Pennès (J.-A), Produits chimiques et hygiéniques, 2, rue de Latran. — Paris.
Pereire (Henry), 32, rue Ville-l'Évêque. — Paris.
Pereire (Émile), 89, rue de Morny. — Paris.
Pereire (Eugène), Administrateur de la Compagnie générale transatlantique, 84, boulevard Malesherbes. — Paris.
Perez, Professeur à la Faculté des Sciences. — Bordeaux.
Perot, Graveur, 10, rue de Nesle. — Paris.
Perret (Michel), 38, avenue Gabriel. — Paris.
Perricaud, Cultivateur. — La Balme (Isère).
Dr Perroud, Médecin de l'Hôtel-Dieu, chargé de cours à la Faculté de médecine de Lyon, 6. quai des Célestins. — Lyon.
Philippe (Léon), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 80, rue Taitbout. — Paris.
Piche (Albert), Conseiller de préfecture, 8, rue Montpensier. — Pau.
Dr Pierrou. — Chazay-d'Azergues (Rhône).
Plassiard, Ingénieur des Ponts et Chaussées en retraite, 4, rue Poissonnière. — Lorient (Morbihan).
Pommerol, Avocat, 36, rue des Ecoles. — Paris.
Pommery (Louis), Négociant en vins, rue Vauthier-Le-Noir. — Reims.
Porgès (Charles), Banquier, 2, rue Blanche. — Paris.
Prat, Chimiste, 101, route de Toulouse. — Bordeaux.
Prevet, (Ch.), Négociant, 28, rue des Petites-Écuries. — Paris.
Quatrefages (Madame de), 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire. — Paris.
Quatrefages (Léonce de), 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire. — Paris.
Raclet (Joannis), Ingénieur civil, 14, quai de la Pêcherie. — Lyon.
Dr Raingeard, Professeur suppléant à l'École de Médecine de plein exercice, 8, rue Jean-Jacques. — Nantes.

Reille (le baron), Député du Tarn, 10, boulevard de la Tour-Maubourg. — Paris.
Dr Reliquet, 17, boulevard de la Madeleine. — Paris.
Renouard (Mme Alfred), 46, rue Alexandre Leleux. — Lille.
Rilliet, 8, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Genève (Suisse).
Roller. — Calèves, près Nyon, canton de Vaud (Suisse).
Roux, Banquier, 38, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Lyon.
Robin (Ch.), Sénateur, Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, 94, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Roger (Henri), Membre de l'Académie de Médecine, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, 15, boulevard de la Madeleine. — Paris.
Sabatier (Armand), Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier. — Montpellier.
Saint-Olive (G.), Banquier, 13, rue de Lyon. — Lyon.
Schlumberger (Charles), Ingénieur des constructions navales, 30, rue du Plat. — Lyon.
Ségrétain, Commandant du génie, 60, cours d'Aquitaine. — Bordeaux.
Servier (Aristide-Édouard), Ingénieur des arts et manufactures, Directeur de la Compagnie du gaz de Metz, 21, rue Baudin. — Paris.
Seynes (Léonce de), 58, rue Calade. — Avignon.
Siegler (Ernest), Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Bar-le-Duc.
Société académique de la Loire-Inférieure. — Nantes.
Société philomathique de Bordeaux.
Société industrielle d'Amiens. — Amiens.
Société centrale de Médecine du Nord. — Lille.
Stengelin, maison Évêque et Cie, 31, rue Puits-Gaillot. — Lyon.
Dr Teillais, place du Cirque. — Nantes.
Dr Teissier, Professeur à la Faculté de médecine de Lyon, 16, quai Tilsitt. — Lyon.
Terquem (Alfred), Professeur à la Faculté des Sciences, 116, rue Nationale. — Lille.
Thénard (Mme la baronne), 6, place Saint-Sulpice. — Paris.
Dr Thulié, Conseiller municipal, 31, boulevard Beauséjour. — Paris.
Trélat (Ulysse), Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine, 33, rue Jacob. — Paris.
Turenne (le marquis de), 26, rue de Berri. — Paris.
Dr Vaillant (Léon), Professeur au Muséum, 9, rue Médicis. — Paris.
Vaney (Emmanuel), Conseiller à la Cour d'appel, 14, rue Duphot. — Paris.
Van Iseghem (Henri), avocat, conseiller général de la Loire-Inférieure, 1, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Nantes.
Vassal (Alexandre). — Montmorency (Seine-et-Oise).
Vautier (Théodore), étudiant, 46, rue Centrale. — Lyon.
Verneuil, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine, 11, boulevard du Palais. — Paris.
Veyrin (Émile), Fondé de pouvoir au Crédit lyonnais, Secrétaire de la Société d'économie politique. — Lyon.
Vieillard (Albert), 77, quai de Bacalan. — Bordeaux.
Vieillard (Charles), 77, quai de Bacalan. — Bordeaux.
Viellard (Henri), Manufacturier. — Morvillars (Haut-Rhin).
Willm, Chef des travaux chimiques à la Faculté de Médecine, 82, boulevard Montparnasse. — Paris.

LISTE GÉNÉRALE DES MEMBRES

DE

L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

(*Les noms des membres Fondateurs sont suivis de la lettre* **F** *et ceux des membres à vie de la lettre* **R.** — *Les astérisques indiquent les membres qui ont assisté au Congrès de Paris.*)

ABADIE père, Vétérinaire, 5, rue Franklin. — Nantes.
ABBADIE (D'), Membre de l'Institut, 120, rue du Bac. — Paris. — **F**
Dr ABOULKER, 6, place Malakoff. — Alger.
ABRIA, doyen de la Faculté des Sciences, quai de Bacalan. — Bordeaux.
ACADÉMIE des Sciences, Belles-Lettres et Arts. — Bordeaux.
ACADÉMIE des Sciences, Arts, Agriculture et Belles-Lettres d'Aix. — Aix-en-Provence.
ADAM (Paul), place Richelieu. — Bordeaux.
ADAM (A.), Directeur de tissage. — Bitschwiller-Thann (Haute-Alsace).
ADOR (E). Professeur de chimie. — Genève (Suissse).
AGACHE (Édouard), Manufacturier, 47, boulevard de la Liberté. — Lille
AGACHE (Edmond), 49, boulevard de la Liberté. — Lille.
AGACHE (Alfred), square de Jussieu. — Lille.
*Dr AGUILHON (Elie), 1, rue Lafayette. — Paris.
*AIMÉ-GIRARD, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, 5, rue du Bellay. — Paris. — **F**
*ALANORE, Pharmacien de 1re classe, Président de la Société médicale, Membre de la Société botanique de France. — Clermont-Ferrand.
ALAUZE, Avoué, rue Ferrère. — Bordeaux.
ALBENQUE, Pharmacien. — Rodez (Aveyron).
ALBERTI, Banquier, 11 *bis*, boulevard Haussmann. — Paris. — **F**
ALBERTIN (Michel), Directeur des eaux de Saint-Alban, rue de l'Entrepôt. — Roanne (Loire). — **R**
ALCAY (Théodore), rue d'Isly. — Alger.
*ALEXANDRE, Pharmacien, 20, cours du Chapeau-Rouge. — Bordeaux.
*ALFASSA, 31, rue Lafayette. — Paris.
*ALGLAVE (Em.), Directeur de la *Revue scientifique*, Villa de la Réunion, 91, rue de la Municipalité. — Paris (Auteuil).
ALICOT (Mme veuve), rue Sainte-Foix. — Montpellier.
*Dr ALIX, Médecin principal de 1re classe à l'Hôpital militaire. — Toulouse.
ALLARD (Henri), conseiller municipal, rue Bonne-Louise. — Nantes.
*ALLARD (Emile), Inspecteur général des Ponts et Chaussées, avenue du Trocadéro. — Paris.
ALLEZARD, Juge d'instruction. — Issoire (Puy-de-Dôme).
*ALLUARD (E.), Doyen de la Faculté des sciences, Directeur de l'Observatoire météorologique du Puy-de-Dôme. — Clermont-Ferrand.
*ALMEIDA (D'), Professeur au lycée Corneille, 31, rue Bonaparte. — Paris. — **F**
*ALMÉRA (L'abbé Jaime), Docteur es-sciences naturelles, Professeur de géologie au séminaire. — Barcelone (Espagne).
*ALPHANDERY, Membre du Tribunal de commerce, 4, rue de la Licorne. — Alger.
*AMBOIX (D'), Capitaine d'état-major, 69, boulevard Malesherbes. — Paris. — **F**
AMÉ (G.), attaché au chemin de fer du Midi, 7, rue Naujac. — Bordeaux.
AMENC (Léon), place Delille, maison Jarton. — Clermont-Ferrand.
ANDOUARD, Pharmacien, Professeur à l'École de Médecine et de Pharmacie, 1, rue du Calvaire. — Nantes.
ANDOUILLÉ (Edmond), Sous-Gouverneur honoraire de la Banque de France, 2, rue du Cirque. — Paris. — **F**
ANDRA (Edgard), 168, faubourg Saint-Honoré. — Paris.

André (Fréd.), Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Bayonne.
André (Charles), Astronome, Professeur à la Faculté des Sciences. — Lyon.
*André (Alfred), Banquier, 49, rue Abbatucci. — Paris. — **F**
André (Edouard), 158, boulevard Haussmann. — Paris. — **F**
*Angot (Alfred), Professeur au Lycée Fontanes, 82, rue de Grenelle. — Paris.
Anonyme, 42, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. — **R**
Arbaumont (Jules d'), Membre de l'Académie de Dijon, 43, rue Sermaise. — Dijon
Dr Ariza. — Madrid.
Dr Arles, 4, rue des Trésoriers de la Bourse. — Montpellier.
Arlès-Dufour (Armand), 12, place Louis XVI. — Lyon.
Arlès-Dufour (Alphonse), Propriétaire, Conseiller général. — Hammam R'irra (Province d'Alger).
*Arloing, Professeur à l'École vétérinaire. — Lyon.
Armaingaud, Docteur en Médecine, 61, cours de Tourny. — Bordeaux.
Armilhon (L.), Maire d'Ambert, Conseiller général du Puy-de-Dôme. — Ambert (Puy-de-Dôme).
Arnac, Architecte, Conseiller général, 2, rue Blandan. — Alger.
*Arnaud de Favre (A.), 36, rue Sainte-Catherine. — Avignon.
*Arquembourg (Charles), Ingénieur civil. — Pont-de-Metz, par Amiens.
*Aron (Henri), Négociant, 14, rue du Grammont. — Paris.
*Aronssohn (P.), Professeur agrégé libre à la Faculté de médecine de Nancy, 130, boulevard Haussmann. — Paris.
*Arosa (A.), Membre de la Société de géographie, 42, rue Bassano. — Paris.
Association amicale des anciens élèves de l'Institut du Nord, 83 bis, boulevard de la Liberté. — Lille.
Aubergier, Doyen de la Faculté des sciences de Clermont-Ferrand. — Clermont-Ferrand.
*Dr Aubert, 33, rue Bourbon. — Lyon.
*Aubert (Mme), 33, rue Bourbon. — Lyon.
*Aubert (Charles), Licencié en Droit, Avoué plaidant. — Rocroi (Ardennes). — **F**
*Aubin (Émile), Chimiste, 176, rue du Temple. — Paris.
Aubry, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Milhau (Aveyron).
Aubry de la Noë, Chef de l'exploitation au chemin de fer de l'Ouest. — Alger.
Dr Audé. — Fontenay-le-Comte (Vendée).
*Audenet, Ingénieur en chef de la Compagnie transatlantique, 4, rue de la Paix. — Paris.
*Audic, Professeur de physique au collége. — Saint-Pol-de-Léon (Finistère).
Dr Audouit (Henry). — Frossay, canton de Saint-Père-en-Retz (Loire inférieure).
*Audoynaud (Alfred), Professeur de sciences physiques à l'École d'agriculture de Montpellier, 25, boulevard de l'Hôpital. — Montpellier.
Augé (Eugène), 3, rue Leva. — Montpellier.
*Aulat, Docteur en droit, Avocat à la Cour d'appel, 37, rue de Trévise. — Paris.
*Aurillon (Eugène), Professeur au Lycée. — Montpellier.
Avenard (Alfred), Négociant. — Pouliguen (Loire-Inférieure).
Aynard (Ed.), Banquier, 19, rue de Lyon. — Lyon. — **F**
*Azam, Professeur à la Faculté de Médecine. — Bordeaux. — **F**
Azambre (F.), Notaire. — Fourmies (Nord).
*Dr Bachelot-Villeneuve. — Saint-Nazaire (Loire-Inférieure).
Bachelu (Louis), Ingénieur civil, 49, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Lyon.
*Baclé (Louis), Ingénieur, 143, boulevard Magenta. — Paris.
*Bigot, ancien Ingénieur des constructions navales, 11, rue Scribe. — Paris.
*Dr Baelde. — Marcq-en-Barœul (Nord).
*Baelde (A.), Pharmacien de 1re classe, 9, rue de Lille. — Marcq près Lille.
Bailhache, Régisseur de biens, 29, rue de l'Orangerie. — Havre.
*Dr Baillarger, Membre de l'Académie de Médecine, 8, rue de l'Université. — Paris.
*Baille, Répétiteur à l'École polytechnique, 2, rue de Fleurus. — Paris. — **F**
*Baille (Mme), 2, rue de Fleurus. — Paris. — **R**
*Baillehache (de), Ingénieur civil, 100, avenue de Villiers. — Paris.
*Baillière, Avocat à la Cour d'appel, 19, rue Hautefeuille. — Paris.
*Baillon, Professeur à la Faculté de Médecine, 12, rue Cuvier. — Paris. — **F**
*Baillon (Mme H.), 12, rue Cuvier. — Paris.
Baillou (A.), Propriétaire, place Fondaudège — Bordeaux.
Dr Balaman. — Sérignan près Béziers.
Balguerie (Edmond), 25, allées de Chartres. — Bordeaux.
*Balguerie (Raoul), Consul ottoman, 26, cours du Chapeau-Rouge. — Bordeaux.

*Balguerie (Mme Raoul), 26, cours du Chapeau-Rouge. — Bordeaux.
*Ball, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, 3, faubourg Saint-Honoré. — Paris.
*Bamberger, Banquier, 12, rue Boissy d'Anglas. — Paris. — F
Baour (Abel), Membre de la Chambre de Commerce, cours du Chapeau-Rouge. — Bordeaux.
Bapterosses (F.), Manufacturier. — Briare (Loiret). — F
Dr Baraduc (Léon), Médecin des mines de Saint-Éloi.— Montaigut-en-Combraille, par Saint-Éloi (Puy-de-Dôme).
*Barascud (Hippolyte), Pharmacien, 57, rue du Cherche-Midi. — Paris.
Dr Baratier. — Bellenave (Allier).
*Barbe (Charles-David), Externe des hôpitaux, 35, rue Jacob. — Paris.
*Dr Barbat (Antoine). — Charlieu (Loire).
Barberon, Pharmacien, Fabricant de produits pharmaceutiques. — Châtillon-sur-Loire (Loiret).
*Barbier (Ernest), Pharmacien, rue des Quatre-Églises. — Nancy.
*Barbier, Peintre, rue Édouard-Larue. — Le Havre.
*Bardoux, Député du Puy-de-Dôme, 52 *bis*, boulevard Haussmann. — Paris.
*Barenton (Armand de), 80, rue Richelieu. — Paris.
Barge (Henry), Architecte, élève de l'École des Beaux-Arts, maire. — Jeanneyrias (Isère).
*Bargeaud (Paul), Percepteur. — Saint-Genis-de-Saintonge (Charente-Inférieure). — R
Bargoin, Négociant, 27, rue Balainvillers. — Clermont-Ferrand.
Barmont (de), 2, rue de Salorges. — Nantes.
Baron, Ingénieur de la Marine, rue du Ha. — Bordeaux. — R
*Barral (J.-A.), Secrétaire perpétuel de la Société centrale d'agriculture de France, 66, rue de Rennes. — Paris.
Barraud, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Millau (Aveyron).
Barrois (Th.), Filateur, 35, rue de Launoy. — Lille-Fives.
*Dr Barrois (Ch.), Maître des conférences à la Faculté des sciences, 37, rue Rousselle, faubourg Saint-Maurice. — Lille. — R
Barrois (Th.) fils, Licencié ès-sciences, 35, rue de Launoy. — Fives-Lille.
Barrois (Jules), 37, rue Rousselle, faubourg Saint-Maurice. — Lille. — R
Barthès (Antonin), Propriétaire. — Maraussan près Béziers.
Bartholony, Président du Conseil d'administration du chemin de fer d'Orléans, 12, rue La Rochefoucauld. — Paris. — F
Dr Barudel, Médecin en chef de l'hôpital militaire, 11, rue de Paris. — Vichy (Allier).
Basset (Charles), Négociant, 34, cours Richard. — La Rochelle.
*Dr Basset, Médecin inspecteur des eaux de Royat, 2, cité Trévise. — Paris.
*Basset (Henri), Étudiant en médecine, 2, cité Trévise. — Paris.
*Bassot, Capitaine d'état-major, 15, rue Tronchet. — Paris.
Bastide (Étienne), Pharmacien, 4, rue de la Citadelle. — Béziers.
Bastide (Henri), Pharmacien, 27, place Francheville. — Périgueux.
*Bataillard, Archiviste à la Faculté de médecine de Paris, 6, rue Cassini. — Paris.
Batilliat (Sisoï), Pharmacien, 25, rue Pont-Laguiche. — Mâcon.
Battandier, Professeur à l'École de médecine d'Alger, hôpital civil, Mustapha. — Alger.
Dr Battarel, Médecin de l'hôpital civil, 69, rue de Constantine, Mustapha. — Alger.
Baud, Conseiller municipal, 6, rue Saint-Louis. — Clermont-Ferrand.
Dr Baudet. — Cadillac, par Cérons (Gironde).
Baudet (Cloris), 90, rue Saint-Victor. — Paris.
Baudoin (Édouard), Négociant, 28, place Notre-Dame. — Étampes.
Baudouin, Marchand de fer. — Pons (Charente-Inférieure).
Baudrimont père, Professeur à la Faculté des sciences. — Bordeaux.
Dr Baudrimont fils. — Bordeaux.
*Baumevielle (Aristide), 4, rue de l'Échiquier. — Paris.
Baumgartner, Ingénieur des Ponts et Chaussées, rue de la Verrerie. — Bordeaux
*Baumhauer (E.-M. de), Secrétaire perpétuel de la Société néerlandaise des Sciences. — Harlem (Pays-Bas).
Bauvin, Licencié en droit, Grande-Place. — Arras (Pas-de-Calais).
Bayard, Pharmacien, ancien interne des hôpitaux de Paris, Secrétaire de la Société des pharmaciens de Seine-et-Marne. — Fontainebleau.
*Bayard (H.), Ancien élève de l'École polytechnique, 8, rue de Bagneux. — Paris.

*Bayssellance, Ingénieur de la Marine, Président de la région sud-ouest du club Alpin. — Bordeaux. — **R**
*Bazaine, Ingénieur des Ponts et Chaussées en retraite, 94, rue d'Amsterdam. — Paris.
*Bazaine (Achille), Ingénieur civil, ancien élève de l'École polytechnique, 60, rue des Sablons. — Paris-Passy.
Bazaine (Mme Achille), 60, rue des Sablons. — Paris-Passy.
Beal (abbé), Professeur de mathématiques. — Pléaux (Cantal).
Beaudin (Léon), Architecte, 8, rue Plantey. — Bordeaux.
*Dr Beauregard (Henri), 38, rue d'Ulm. — Paris.
*Beauvais (Maurice). — Saint-Genis-de-Saintonge (Charente-Inférieure).
Dr Béchamp (Joseph), Professeur de chimie à la Faculté de médecine de l'Université catholique, 8, rue Beauharnais. — Lille.
*Béchamp, Doyen de la Faculté de Médecine de l'Université catholique, 8, rue Beauharnais. — Lille. — **F**
Becchi (E.), Professeur à l'Institut technique. — Florence (Italie).
Béchet (Mme), 260, boulevard Saint-Germain. — Paris. — **F**
*Béclard, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine, 65, boulevard Saint-Michel. — Paris.
Bedorez, Professeur de physique au Lycée du Mans, 60, rue de Flore. — Le Mans.
*Beer (Guillaume), 88, rue des Mathurins. — Paris.
*Béguyer de Chancourtois, Ingénieur en chef des Mines, 10, rue de l'Université. — Paris.
*Belbèder (D.), ancien Ingénieur des manufactures de l'État, 13, rue d'Arcet. — Paris.
Belin (Frédéric), Propriétaire. — Vitteaux (Côte-d'Or). — **R**
Belagne de Bughas, Consul de France. — Newcastle (Angleterre).
Bellet, Notaire. — Montferrand (Puy-de-Dôme).
Bellet (Mme). — Montferrand (Puy-de-Dôme).
Bellier, Ingénieur civil, 101, cours d'Alsace-Lorraine. — Bordeaux.
Belloc, Ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique. — L'Isle-sur-le-Serein (Yonne).
Bellot, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 11, place de l'Hôtel-de-Ville. — Havre.
*Bellot (A.-Henry), 71, rue des Saints-Pères. — Paris.
Belon, fabricant, avenue de Noailles. — Lyon. — **F**
*Dr Benoit, Docteur ès-sciences, Ingénieur civil, Adjoint au bureau international des poids et mesures. — Pavillon de Breteuil par Saint-Cloud (Seine-et-Oise).
Benoit (Léon). — Le Croisic (Loire-Inférieure).
*Béral (E.), Ingénieur des Mines, 5, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. — **F**
*Dr Berchon, Médecin principal de 1re classe de la Marine, Directeur du service sanitaire de la Gironde. — Pauillac (Gironde).
*Berchon (Mme). — Pauillac (Gironde).
*Berchon (Mlle Hélène). — Pauillac (Gironde).
Berdoly (H.), Avocat. — Château d'Uhuart-Mixe, près Saint-Palais (Basses-Pyrénées).
*Berge, Avocat, 20, rue Malher. — Paris.
Berger, Directeur des lignes télégraphiques de l'Algérie. — Alger.
*Bergeron, Ingénieur civil, 26, rue de Penthièvre. — Paris. — **R**
*Bergeron (Jules), Ingénieur des arts et manufactures, 75, rue Saint-Lazare. — Paris. — **R**
*Bergeron (Jules), Membre de l'Académie de Médecine, 75, rue Saint-Lazare. — Paris. — **R**
Dr Bergeron (Albert), Médecin de l'hôpital de la Charité, 34, rue du Bac. — Paris.
Bergis-Dounous (Em.), 17, rue Villebourbon. — Montauban.
Bergis (Léonce), Propriétaire. — Tempé, près Montauban.
*Bergis (Mme), Propriétaire. — Sonnac, canton de Matha (Charente-Inférieure).
*Bernon, Propriétaire. — Sonnac, canton de Matha (Charente-Inférieure).
*Bernadac (A.), ancien élève de l'École polytechnique, ancien lieutenant de vaisseau, 10, rue de Rome. — Paris.
Bernard (Rémy), Conseiller municipal, boulevard Saint-Aignan. — Nantes.
Bernard, Contrôleur des Contributions directes, 5, rue de l'Escale. — La Rochelle.
Bernard (Auguste), Percepteur des Contributions directes. — Saint-Martin-de-Ré.
Bernal, Consul britannique, 15, rue Edouad-Larue. — Havre.
Berne, Chargé de cours à la Faculté de Médecine de Lyon, 14, rue Saint-Joseph. — Lyon.
Berrens, Manufacturier. — Barcelone.

Bertèche (G.). — Saint-Amand-les-Eaux (Nord).
*Berthaut, Professeur, 19, rue Jouffroy. — Paris (Batignolles).
Berthier (Camille), Ingénieur civil. — La Ferté-Saint-Aubin (Loiret).
*Berthon (Auguste), 2, rue de la Paix. — Paris.
*Dr Bertillon, 20, rue Monsieur-le-Prince. — Paris.
*Bertillon (Jacques), publiciste, 20, rue Monsieur le Prince. — Paris.
*Dr Bertin (Georges), Professeur suppléant à l'École de Médecine, 2, rue Franklin. — Nantes.
*Bertin, Sous-Directeur de l'École normale, 45, rue d'Ulm. — Paris.
Bertin (Emile), Professeur d'hygiène à la Faculté de Médecine, 3, rue de la Merci. — Montpellier.
*Bertrand (J.), Membre de l'Institut, Professeur au Collége de France, 9, rue des Saints-Pères. — Paris. — **R**
Besselièvre (Ch.), Manufacturier, Conseiller général de la Seine-Inférieure. — Maromme, près Rouen.
Bethmann (Édouard de), 5, rue de la Verrerie. — Bordeaux.
*Bethouard (Émile), Receveur des Domaines. — Doullens (Somme).
Beurier, Inspecteur, d'Académie. — Arras.
Beylot, Vice-Président du Tribunal civil. — Bordeaux.
Bézineau, 31, rue des Argentiers. — Bordeaux.
Bibliothèque de l'École Fénelon, 23, rue Malesherbes. — Paris.
Bibliothèque de l'Ecole régimentaire du génie. — Grenoble.
Bichon, Constructeur de navires. — Lormont, près Bordeaux. — **R**
*Bidault (Alfred), 14, rue Monsieur le Prince. — Paris.
*Bienaymé (J.-J.), Membre de l'Institut, ancien Inspecteur général des finances, 1, rue de Fleurus. — Paris.
*Dr Biermont (de), 10, rue Marengo. — Bordeaux.
*Bignon (Jean), Élève à l'École centrale, 1, rue Le Peletier. — Paris.
*Bignon, Externe des hôpitaux, 137, avenue Malakoff. — Paris.
*Bigouroux (A.), Capitaine au long cours, 44, rue Traversière. — Bordeaux.
*Billault-Billaudot et Cie, Fabricants de produits chimiques, place de la Sorbonne. — Paris. — **F**
Billing (M. le baron Robert de) du Ministère des affaires étrangères, 24, avenue des Champs-Elysées. — Paris.
Billing (Mme la baronne de), 24, avenue des Champs-Elysées. — Paris.
Dr Billon, Maire. — Loos (Nord).
*Billy (Charles de), Conseiller référendaire à la Cour des Comptes, 14, rue Franklin. — Paris. — **F**
*Billy (Alfred de), Inspecteur des Finances, 2, rue Corvetto. — Paris.
*Bimar (Auguste), rue Édouard-Adam. — Montpellier.
Binet, Maison Perquer. — Sainte-Adresse (Havre).
Biochet, Notaire. — Caudebec (Seine-Inférieure).
*Bischoffsheim (Raphaël-Louis), 34, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. — **F**
*Blamires (Thomas), Manufacturier. — Leeds Road, Huddersfield (Angleterre).
*Blanchard, Préparateur du cours de physiologie à la Sorbonne, répétiteur à l'Institut national agronomique, 52, rue Monge. — Paris.
Dr Blanchet. — Le Montet-aux-Moines (Allier).
*Blandin, Député de la Marne, Maire d'Epernay, 93, boulevard Haussmann. — Paris. — **R**
Blandin, Ingénieur, manufacturier. — Nevers.
*Blavet, Négociant, Président de la Société d'horticulture de l'arrondissement d'Étampes, 10, 12 et 14, rue de la Juiverie. — Étampes (Seine-et-Oise).
Blavy (Alfred), Avoué, 4, rue Barralerie. — Montpellier.
Bleszynski (Félicien), Ancien officier d'artillerie, 21, rue Mogador. — Havre.
Bleynie (Franç.-Emile), Pasteur de l'Église réformée, 37, rue Blatin. — Clermont-Ferrand.
Blondeau (Charles), 10, rue Félicien David. — Aix-en-Provence.
*Blot, Membre de l'Académie de Médecine, 24, avenue de Messine. — Paris. — **F**
Boas-Boasson (J.), Chimiste, 28, rue de Lyon. — Lyon.
Bobierre, Directeur de l'École supérieure des Sciences, 12, rue Voltaire. — Nantes.
*Boca (Alcide), ancien Membre de la Chambre de commerce. — Valenciennes.
*Boca (Léon). — Valenciennes.

*Boca (Paul), ancien élève de l'École polytechnique, 1, place du Théâtre-Français. — Paris.
*Dr Bogros. — Latour-d'Auvergne (Puy-de-Dôme).
Bohe, Ingénieur civil, 143, rue Beauharnais. — Lille.
*Bois (Georges-Francisque), Avocat, 43, avenue de l'Observatoire. — Paris.
*Boisselier, Agent administratif de la Marine. — Rochefort (Charente-Inférieure).
*Boisson (Alphonse), manufacturier, 211, route de Toulouse. — Bordeaux.
*Boissonnet, Général du Génie, Sénateur, 78, rue de Rennes. — Paris. — F
*Boistel (G.), Ingénieur civil, 11, rue de Châteaudun. — Paris.
*Boiteau (Pierre), Vétérinaire délégué de l'Académie. — Villegouge par Lugon (Gironde).
*Boivin (Emile), 145, rue de Flandre. — Paris. — F
*Boivin (Ch.), Ingénieur civil, 284, rue Nationale. — Lille.
*Boivin (Mme Ch.), 284, rue Nationale. — Lille.
*Dr Bonet (J.-B.-Marie-Ferdinand de). — Neuchâtel-en-Bray.
Bondet, Chargé de cours à la Faculté de Médecine de Lyon, 2, quai de Retz. — Lyon. — F
*Dr Bonnafond, ancien Médecin principal de l'armée, 3, rue Mogador. — Paris.
Dr Bonnal. — Arcachon.
Bonneau (Théodore), Notaire honoraire. — Marans (Charente-Inférieure.) — F
Bonnet, Teinturier, 6, rue Bugeaud. — Lyon.
*Bonnet (Mme Léonie), chez M. F. Robert. — Le Puy-en-Velay.
*Bonnet (Noël), 7, rue de Ponthieu. — Paris.
Bonte (Ad.), Négociant, 25, boulevard de la Liberté. — Lille.
*Bontems (Georges), Ingénieur civil, 11, rue de Lille. — Paris.
Bonzel, Pharmacien. — Arlanc (Puy-de-Dôme).
Bonzom, Vétérinaire, 11, rue Bab-Azoun. — Alger.
*Boquier, Chef d'escadrons d'artillerie en retraite, 19, rue du Calvaire. — Nantes.
Boquien (Victor), Avocat, Conseiller général, 4, rue Cambronne. — Nantes.
Bordage (Onésime), Pasteur de l'Église réformée. — Saujon (Charente-Inférieure).
*Bordier (Henri), Bibliothécaire honoraire à la Bibliothèque nationale, 182, rue de Rivoli. — Paris. — R
*Dr Bordier, 28, rue Billault. — Paris.
Boret (Adrien), Avocat défenseur, 4, rue Neuve-du-Divan. — Alger.
Bordo (Louis), Médecin de colonisation. — Chéragas (province d'Alger).
Borel, 5, quai des Brotteaux. — Lyon.
*Borelli (le vicomte de), premier Secrétaire d'ambassade à Athènes, 41, rue de l'Université. — Paris.
Borély, 28, place de l'Hôtel-de-Ville. — Havre.
*Borie (Victor), Membre de la Société centrale d'agriculture de France, 19, rue Louis-le-Grand. — Paris. — F
Dr Boucaumont. — Royat (Puy-de-Dôme).
*Bouchard, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 45, rue Laffitte. — Paris.
Bouchard, 45, rue Laffite. — Paris.
Bouchard (Mme), 45, rue Laffite. — Paris.
*Boucher, Agent voyer. — Argenteuil (Seine-et-Oise).
*Dr Boucheron, 4, rue Monsieur-le-Prince. — Paris.
Boude (Paul), Raffineur de soufre, 52, rue Saint-Ferréol. — Marseille.
Boude (Frédéric), Raffineur de soufre, 52, rue Saint-Ferréol. — Marseille.
Boudet de Bardon, Conseiller général du Puy-de-Dôme. — Riom.
*Bouillaud, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté de Médecine, 218, boulevard Saint-Germain. — Paris. — F
*Dr Bouilly, ancien Interne des hôpitaux, Aide d'anatomie à la Faculté de Médecine de Paris, 22, quai de Béthune. — Paris.
*Boulé, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 23, rue Abbatucci. — Paris. — F
*Dr Bouley, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Écoles vétérinaires, 81, rue des Saints-Pères. — Paris.
*Boulland, 58, rue Monsieur-le-Prince. — Paris.
Bouloux Bachi (Ali), Médecin de colonisation. — Fondouck (province d'Alger).
*Bouquet, Membre de l'Institut, 22, rue Soufflot. — Paris.
*Bouquet de la Grye, Ingénieur hydrographe de la Marine, 104, rue du Bac. — Paris.
Bourdelles, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Lorient.
*Bourdet (Désiré), Archéologue, 97, rue aux Dames. — Havre.
*Bourdet (Georges), Officier de port, 97, rue aux Dames. — Havre.

*Bourdil, Ingénieur des Arts et Manufactures, 13, boulevard Haussmann. — Paris.
*Bourdon (C.), 87, boulevard Voltaire. — Paris.
*Dr Bourgeois, 12, boulevard Poissonnière. — Paris.
Bourgette (Léon), Courtier, 6, place Royale. — Nantes.
Bouriaud, Défenseur, 34, rue Duquesne. — Alger.
Dr Bourlier (Charles), Professeur à l'École de médecine. — Alger.
Dr Bourlier (A), Professeur suppléant à l'École de Médecine, 6, boulevard de la République. — Alger.
*Dr Bourneville, Conseiller municipal, 6, rue des Écoles. — Paris.
Dr Boursier, 1, rue Ausone. — Bordeaux.
*Dr Bourus, rue de l'Hôpital. — Mont-de-Marsan.
Boussuge (V.), Avocat, 1, rue Soufflot. — Lyon.
Boutet, Propriétaire. — Sainte-Hermine (Vendée).
*Boutillier, Ingénieur en chef de la Compagnie du Midi, 134, boulevard Haussmann. — Paris.
*Dr Boutin (Léon), 18, rue de la Pépinière. — Paris. — R
Boutmy, Maître de forges, Conseiller général des Ardennes. — Messempré, par Carignan.
*Bouvet, 51, rue de la Bourse. — Lyon.
*Bouvet (Auguste), Ingénieur, 17, rue Fontaine-au-Roi. — Paris.
Bouvier, pharmacien, 11, place Dauphine. — Bordeaux.
Boyenval, Ingénieur des manufactures de l'État, à la manufacture des Tabacs. — Lyon.
Boyer (François). —Volvic (Puy-de-Dôme).
Dr Boymier. — Sainte-Foy (Gironde).
Dr Brachet. — Aix-les-Bains.
Bradley (John-Th.), Chimiste. — Huddersfield (Angleterre).
*Dr Brame (Ch.), Professeur de chimie à l'École de médecine. — Tours.
Brandenburg (Albert), Négociant, 1, rue de la Verrerie. — Bordeaux. — F
Brandenburg (Mme veuve), 1, rue de la Verrerie. — Bordeaux. — R
Dr Brandza, Professeur à l'Université. — Bucharest (Roumanie).
Brandza (Mme). — Bucharest (Roumanie).
Brau de Saint-Pol-Lias, Directeur de la Société des colons explorateurs, 1, avenue des Gobelins. — Paris.
*Brault, Lieutenant de vaisseau, 13, rue de l'Université. — Paris.
Dr Breen (James), 2, rue Notre-Dame. — Bordeaux.
*Bréguet, Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, 39, quai de l'Horloge. — Paris. — F
*Bréguet (Antoine), ancien élève de l'Ecole polytechnique, 39, quai de l'Horloge. — Paris. — F
*Breittmayer (Albert), ancien Sous-Directeur des Docks et Entrepôts de Marseille, 8, place de la Préfecture. — Marseille. — F
*Dr Bremont (J.-J.-L.), 13, faubourg Montmartre. — Paris.
*Brès (A.), Pharmacien honoraire, ancien Maire. — Riez (Basses-Alpes).
*Bressant, 30, rue de Londres. — Paris.
*Breton (Paul), Étudiant en pharmacie, 8, rue Favart. — Paris.
*Breul (Charles), Avocat à la cour d'appel, 40, rue des Écoles. — Paris.
Brezol (Charles), Industriel. — Mohon (Ardennes).
Briau, Directeur des chemins de fer Nantais. — La Madeleine-en-Varades (Loire-Inférieure). — R
Bricard, Ingénieur, Secrétaire général de la Compagnie des forges et chantiers de la Méditerranée, 9, rue Picpus. — Havre.
*Bricka (Adolphe), Négociant, 13, rue Maguelonne. — Montpellier.
*Bricka (Scipion) fils, 13, rue Maguelonne. — Montpellier.
Brilinski (Mathieu), Négociant, 1, rue Fléchier. — Havre.
*Brissaud, Professeur d'histoire au lycée Charlemagne, 6, boulevard St-Michel. — Paris.
Dr Brisson. — Averton, commune de Montils (Charente-Inférieure).
Brissonneau, Industriel, Adjoint au maire, 86, quai de la Fosse. — Nantes.
*Brivet, Ingénieur de la Société anonyme de produits chimiques, établissements Malétra, 140, rue de Rivoli. — Paris.
*Broca (Auguste), 1, rue des Saints-Pères. — Paris. — R
*Broca (Mme), 1, rue des Saints-Pères. — Paris.

*Broca (Paul), Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine, 1, rue des Saints-Pères. — Paris. — **F**
*Broca (Émile), Licencié en droit, 37, rue de Lille. — Paris.
Broca (de), Capitaine de port, rue de l'Ermitage. — Nantes.
Brocard, Capitaine du génie. — Grenoble. — **R.**
Dr Broch (C.-J.), ancien Ministre, correspondant de l'Institut. — Christiania (Norvège).
Brœmer (Gustave), Chimiste, 9, quai Serin. — Lyon.
Broet, 52, avenue de Saint-Cloud. — Versailles. — **F**
*Broglie (duc de), Sénateur, 10, rue de Solférino. — Paris.
*Brolemann (Georges), Administrateur de la Société Générale, 166, boulevard Haussmann. — Paris. — **R**
Brolemann, Président du Tribunal de commerce, 11, quai Tilsit. — Lyon. — **R**
*Brongniart (Charles), au Muséum d'histoire naturelle, 57, rue Cuvier. — Paris.
Brostrom, négociant. — Le Havre.
*Brouardel, Professeur à la Faculté de médecine, 6, rue Bonaparte. — Paris.
Brousset (Jules), Banquier, 11, rue des Cadeniers. — Nantes.
Brouzet (Ch.), Ingénieur civil, 5, cours Morand. — Lyon. — **F**
Dr Bruch (Edmond), Professeur à l'École de médecine. — Alger.
Bruel, ancien Constructeur de machines agricoles. — Moulins (Allier).
Dr Brugère. — Uzerches (Corrèze).
Bruguière (Albert), Propriétaire. — Rodez (Aveyron).
Brun (A.), Ingénieur, 12, rue de Baraban. — Lyon.
Brunet (L.), Inspecteur primaire, 3, rue d'Aumale (Alger).
Brunet, Professeur de mathématiques au Lycée. — Alger.
*Brunet (Léon), 5, rue Neuve-Saint-Merry. — Paris.
*Brunon (Raoul), Interne des hôpitaux de Rouen, 76, boulevard Saint-Michel. — Paris.
Brutiaux, Négociant, 27, rue de Béthune. — Lille.
Bruzon et Cie (J.), Usine de Portillon (céruse et blanc de zinc). — Portillon, près Tours. — **R**
Bucaille. — Rouen.
Buffet (Charles), Fabricant, rue Sainte-Marguerite. — Reims.
Buhan (Pascal), place des Quinconces. — Bordeaux.
*Buhlmeyer, Libraire, 15, rue des Beaux-Arts. — Paris.
Buisson, Président du Consistoire protestant, 1, place Saint-Clair. — Lyon.
Buisson, Ingénieur civil, rue Saint-Thomas. — Evreux. — **R**
*Dr Bureau (E.), Professeur au Muséum d'histoire naturelle, 24, quai de Béthune. — Paris.
Bureau (R.), Graveur, 6, rue Esquermoise. — Lille.
Bureau (Léon), Négociant, 15, rue Gresset. — Nantes.
Dr Bureau (Louis), 15, rue Gresset. — Nantes.
Burosse père, ancien Chef d'institution, Professeur. — Bordeaux (Saint-Augustin).
*Burton, Administrateur de la Compagnie des Forges d'Alais, 24, rue Le Peletier — Paris. — **F**
*Dr Buttura, de Cannes, 20, rue Vital. — Passy-Paris.
Dr Buzy. — Caudéran, près Bordeaux.
Cabanes (J.-J.), 17, rue Fondaudège. — Bordeaux.
*Cabello (Vicente), Médecin-major de la marine d'Espagne. — Algésiras (Espagne)
*Cacheux (Émile), Ingénieur civil des Arts et Manufactures, 25, quai Saint-Michel. — Paris. — **F**
*Cahours, Membre de l'Institut, à la Monnaie, rue Guénégaud. — Paris.
Caillard (Frédéric), Négociant, 9, rue Cambronne. — Nantes.
Caillard (Arthur), Courtier maritime, 33, quai de la Fosse. — Nantes.
*Cailliot, Professeur, 48, rue Monsieur-le-Prince. — Paris.
Cairol, Professeur de géologie à l'Université catholique de Lyon. — Gruissan (Rhône).
*Caix de Saint-Aymour (Vicomte Am. de), Membre du Conseil général de l'Oise, de la Société d'anthropologie et de plusieurs Sociétés savantes. — Château d'Ognon, près Barbery (Oise); et 11, rue de Milan. — Paris. — **R**
Callot (Ernest), Directeur de la Société d'assurances mutuelles *Aunis et Saintonge*, 10, rue Réaumur. — La Rochelle.
Calvé (Jules), Avocat, 14, rue Foy. — Bordeaux.
Cambefort (G.), 15, quai de l'Est. — Lyon.
Cambefort (J.), Banquier, Administrateur des Hospices, 13, rue de Lyon. — Lyon. — **F**
*Caméré, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Vernon (Eure).

*Camondo (Comte N. de), 31, rue Lafayette. — Paris. — **F**
*Camondo (Comte A. de), 31, rue Lafayette. — Paris. — **F**
Dr Camus. — Montmarault (Allier).
*Camuset, Professeur d'histoire naturelle à l'École normale d'enseignement secondaire spécial. — Cluny (Saône-et-Loire).
*Dr Canat (Jules), 38, rue d'Autun. — Châlon-sur-Saône.
Candolle (Casimir de), Botaniste. — Genève (Suisse).
Capelle, Ingénieur, 7, rue Bonivet. — Le Havre.
Cannisié (François), Propriétaire, 8, boulevard de la Liberté. — Lille.
Caperon père. — **F** et **R**
Caperon fils. — **F** et **R**
*Capitaine, Directeur du journal l'*Exploration*, 20, rue Baudin. — Paris.
*Caqué, Professeur de mathématiques, 83, rue Notre-Dame-des-Champs. — Paris.
Carcaradec (de), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 1, rue Royale. — Nantes.
Cardeilhac, Négociant, 91, rue de Rivoli. — Paris. — **R**
Cardozo de Béthencourt (Juan-Léon), fils, 10, rue Saint-Jean. — Nantes.
Carles, Pharmacien, 30, quai des Chartrons. — Bordeaux.
Carlier (Auguste), Publiciste, 12, rue de Berlin. — Paris. — **F**
*Carnot (Adolphe), Ingénieur des Mines, Professeur à l'École des Mines et à l'Institut national agronomique, 15, rue Soufflot. — Paris. — **F**
Caron-Landrieu, Négociant, 100, rue de Paris. — Le Havre.
Carpentier (Ernest de). — Au Croc-Barré, commune de Dosnou, par Arcis-sur-Aube. — **R**
*Carpentier, Constructeur d'instruments de physique, 15, rue Champollion. — Paris.
Carrère de Meynard, Avocat, Docteur en droit, 3, rue Peyralière. — Toulouse.
*Dr Carret (Jules). — Chambéry (Savoie). — **R**
Carron (C.), Ingénieur, 21, rue Trécloître. — Grenoble.
*Cartailhac, Directeur de la *Revue des matériaux pour l'Histoire de l'homme*, 5, rue de la Chaîne. — Toulouse.
*Dr Cartaz, Rédacteur de la *Gazette hebdomadaire*, 58, rue Nve-St-Augustin. — Paris.
*Carton (Louis), Professeur de sciences au collége Notre-Dame. — Valenciennes.
Cassagne (comte Antoine de), Propriétaire, membre de la Société des Sciences industrielles, Arts et Belles-Lettres de Paris, au château de Saint-Jean-de-Libron, près Béziers (Hérault). — **R**
Castaigne (E.), Négociant, rue du Charmant. — Cognac (Charente).
Castanier (Jacques), Constructeur mécanicien, Conseiller général du Rhône, rue de Condé. — Lyon.
*Casthelaz (John), Fabricant de produits chimiques, 19, rue Sainte-Croix-de-la Bretonnerie. — Paris. — **F**
*Casthelaz (Maurice), 19, rue Sainte-Croix de la Bretonnerie. — Paris.
*Catalan, Professeur d'analyse à l'Université. — Liége (Belgique).
*Catalan (Mme). — Liége (Belgique).
Catel-Béghin, 11, rue Beauharnais. — Lille.
*Dr Caubet, ancien Interne des hôpitaux de Paris, Aide de clinique et Professeur suppléant à l'École de médecine, 3, rue Lapeyrouse. — Toulouse. — **R**
*Caubet (Mme), 3, rue Lapeyrouse. — Toulouse.
Cauchois, Médecin des hôpitaux, Professeur adjoint à l'École de médecine, ex-interne des hôpitaux de Paris. — Rouen.
Causse (Scipion), Propriétaire, 32, quai Jays. — Lyon.
*Dr Caussidon, 9, rue des Consuls. — Alger.
*Caventou fils, Membre de l'Académie de Médecine, 51 *bis*, rue Sainte-Anne. — Paris. — **F**
Cazalis de Fondouce (Paul-Louis), Secrétaire général de l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier, 18, rue des Étuves. — Montpellier (Hérault). — **R**
*Cazavan, Directeur des forges et chantiers de la Méditerranée, 31, rue d'Harfleur. — Le Havre.
*Cazeneuve, Doyen de la Faculté de Médecine, 26, rue des Ponts-de-Comines. — Lille. — **R**
*Dr Cazeneuve (Paul), Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, 26, rue de la Lanterne. — Lyon.
Cazenove (Raoul de), Propriétaire, 8, rue Sala. — Lyon. — **R**
Dr Cazin. — Boulogne-sur-Mer.
*Cazottes (A.-M.-J.), Pharmacien. — Millau (Aveyron). — **R**
*Celliez, Ingénieur, 24, rue Royale. — Paris.

Cercle d'Alger de la Ligue de l'Enseignement, 1, rue de Bône. — Alger.
Cercle Girondin de la Ligue de l'Enseignement, 16, rue Mably. — Bordeaux.
Cercle philharmonique de Bordeaux.
*Cernuschi (Henri), 7, avenue Velasquez. — Paris. — F
*Certès, Inspecteur des finances, 21, rue Barbet-de-Jouy. — Paris.
Cézard (Louis), Raffineur. — Chantenay (Loire-Inférieure).
Chabanais, Peintre, 4, rue Picpus. — Havre.
*Chabaud-Latour (de), Général de division du Génie, sénateur, 41, rue Abbatucci. — Paris. — F
Chabert, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Mantes (Seine). — R
Dr Chabrely, à la Bastide. — Bordeaux.
*Chabrier, Ingénieur civil, 89, rue Saint-Lazare (avenue du Coq). — Paris.
Chabrières-Arlès, Administrateur des Hospices, 12, place Louis XVI. — Lyon. — F
Dr Chaigneau, Maire de Floirac, allées de Tourny. — Bordeaux.
*Chaignon (vicomte de). — Condal (Jura).
*Chaix (Charles), Professeur de physique au Lycée. — Alger.
Chaix (A.), Imprimeur, 20, rue Bergère. — R
Chambert, Notaire honoraire, 2, place du Palais-de-Justice. — Tours.
Chambre des Avoués au Tribunal de 1re instance. — Bordeaux. — R
*Chambre de Commerce (la). — Bordeaux. — F
— — — Lyon. — F
*Chambre de commerce (la). — Nantes. — F
— — — Le Havre. — R
— — — Marseille. — F
*Chambrelent, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, 16, rue du Champ-de-Mars. — Bordeaux.
Champolin (E. de), Garde général des forêts. — Caudebec-en-Caux (Seine-Inférieure).
*Champlouis (le baron de), 8, boulevard Latour-Maubourg. — Paris
*Champonnois, 45, rue Neuve-des-Petits-Champs. — Paris.
Chanal (F.), ancien Négociant, 107, rue de Vendôme. — Lyon.
*Chancel, Doyen de la Faculté des sciences. — Montpellier.
Chansselle (Jules), Ingénieur principal de la Société des Houillères de Saint-Étienne. — Méons.
*Chante-Grellet (Albert), Avocat à la Cour d'appel de Paris, 61, rue Neuve des-Petits-Champs. — Paris.
Chantre (Ernest), Sous-Directeur du Muséum, 37, cours Morand. — Lyon. — F
*Chantreuil (Gustave), Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 9, rue Saint-Florentin. — Paris.
Chapelle (de), Docteur en médecine, pont de la Maye. — Bordeaux.
Chaperon (Charles), 27, rue Borie. — Bordeaux.
Chaplain-Duparc (G.), Capitaine au long cours, Ingénieur civil, 4, rue des Minimes. — Le Mans.
*Chapon (Jules), 16, impasse Sainte-Catherine. — Bordeaux.
*Dr Chapmann (J.), 212, rue de Rivoli. — Paris.
*Chappellier (Georges), Manufacturier, 99, avenue Didier. — La Varenne-Saint Hilaire.
Dr Chappet, 49, avenue de Noailles. — Lyon.
Dr Chapuis (Scipion). — Bouffarik, province d'Alger.
Charcellay, Pharmacien. — Fontenay-le-Comte (Vendée). — R
*Charcot, membre de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté de médecine de Paris, 17, quai Malaquais. — Paris. — F
Charier, Architecte. — Fontenay-le-Comte (Vendée).
*Charlot (J.-B.), Fabricant de caoutchouc, 25, rue Saint-Ambroise. — Paris.
*Dr Charpentier, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Nancy, 13, rue de Seine. — Nancy.
Charpy (V. Adrien), Chef des travaux anatomiques à la Faculté de médecine, 14, rue Laurencin. — Lyon.
*Charroppin (Georges), Pharmacien de 1re classe. — Pons (Charente-Inférieure).
*Chasles, Membre de l'Institut, 3, passage Sainte-Marie-Saint-Germain. — Paris. — F
*Dr Chassagny, 8, place de la Miséricorde. — Lyon.
Chasteigner (le comte Alexis de), 23, rue Montbazon. — Bordeaux.
Chatel (Victor). — Valcongrain, par Aunay-sur-Odon (Calvados).
Chatelperron (Collas de), Propriétaire. — Clermont-Ferrand.

*Dr Chatin (Joannès), Professeur agrégé à l'École supérieure de pharmacie, 49, rue de Rennes. — Paris. — R
Chaudessolle (Félix), Avocat, 3, montée de Jaude. — Clermont-Ferrand.
Chaumeil, Inspecteur primaire, 146, rue David-Johnston. — Bordeaux.
*Chaumette (Albert), Négociant, 29, rue Lacornée. — Bordeaux.
Chaurigaud, Avocat, 4, rue Grégoire-de-Tours. — Clermont-Ferrand.
Dr Chaussat. — Lavaveix-les-Mines (Creuse).
Chauvassaignes (Franc), Conseiller général du Puy-de-Dôme, Château-Theux (Puy de-Dôme)
*Chauvassaigne (Paul), Conseiller général du Puy-de-Dôme, 63, rue Marbeuf. — Paris.
Chauveau (A.), Directeur de l'École vétérinaire, Professeur à la Faculté de médecine de Lyon, 22, quai des Brotteaux. — Lyon. — F
*Chauvet (G.), Notaire. — Ruffec (Charente).
*Chauvet (Mme). — Ruffec (Charente).
*Chauviteau, 9, rue d'Anjou-Saint-Honoré. — Paris.
Chauvot, 26, pavé des Chartrons. — Bordeaux.
*Chazal (L.), Caissier payeur central du Trésor public au Ministère des finances, rue de Rivoli. — Paris.
Chazelles (Étienne de), ancien Préfet du Cantal, rue Grégoire-de-Tours. — Clermont-Ferrand.
Chéguillaume (J.), 13, rue Briord. — Nantes.
Dr Chenantais, 22, rue de Gigant. — Nantes.
Chenel, 52, rue du Champ-de-Foire. — Le Havre.
*Chérot (A.), ancien Élève de l'École polytechnique, 10, quai de Billy. — Paris.
*Dr Chervin (Arthur), Directeur des Annales de démographie internationale, 90, avenue d'Eylau. — Paris.
Cheuret, Notaire, 16, chaussée d'Ingouville. — Le Havre.
Dr Cheurlot, 44, avenue Joséphine. — Paris.
Cheux (Albert), Météorologiste, 9, rue Chaperonnière. — Angers.
Cheux, Pharmacien major à l'hopital militaire. — Vincennes (Seine).
Chevalier, Fabricant de produits chimiques, 3, rue Magenta. — Villeurbanne (Rhône).
Chevalier (Victor), Chimiste à l'usine de Plon-d'Aren, par Istres (Bouches-du-Rhône).
Chevalier, Négociant, 50, rue du Jardin-Public. — Bordeaux. — F
*Chevallier (Georges), Montendre (Charente-Inférieure).
*Cheysson (Emile), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 150, rue de la Tour. — Passy-Paris.
*Dr Chibret (Paul), rue de la Croix-Morel. — Clermont-Ferrand.
*Dr Chil-y-Naranjo (Grégorio). — Palmas (Grand-Canaria) — R
Choinet (G.), Bijoutier-horloger, 13, rue de la Perle. — Le Mans.
*Choisy, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 84 *bis*, rue de Grenelle. — Paris.
*Cholley (Paul), Pharmacien, 8, rue Favart. — Paris.
*Chouillou (Albert), Élève à l'École d'agriculture de Grignon, 69, avenue Riboudet. — Rouen.
Chouillou (Édouard), Fabricant de produits chimiques, 13, quai du Havre. — Rouen.
Chouillou (Lucien), Employé de commerce, 13, quai du Havre. — Rouen.
*Chouquet (E.), 14, avenue Mac-Mahon. — Paris.
*Clamageran, Conseiller d'Etat, Avocat, 57, avenue Joséphine. — Paris. — F
*Clamageran (Mme), 57, avenue Joséphine. — Paris.
*Claude-Lafontaine, Banquier, 32, rue de Trévise. — Paris.
Claudon (Émile), Négociant. — Béziers.
Claudon (Adolphe), Négociant. — Béziers.
*Clément, Médecin des hôpitaux, 53, rue Saint-Joseph. — Lyon.
*Clercq (Ch. de), 111, Avenue du Trocadéro. — Paris-Passy.
*Clercq (Mme de), 111, Avenue du Trocadéro. — Paris-Passy.
*Clermont (de), Sous-Directeur du Laboratoire de chimie à la Sorbonne, 8, boulevard Saint-Michel. — Paris. — F
Clervaux (le comte de). — Saintes (Charente-Inférieure).
Cleveland-Abbe, Astronome et Météorologiste, *Army Signal Office*. — Washington (U. S.). — R

*Cloizeaux (des), Membre de l'Institut, Professeur au Muséum, 13, rue Monsieur. — Paris. — R
*Cloquet (Jules), Membre de l'Institut, 19, boulevard Malesherbes. — Paris. — F
*Clouet (G.), Professeur de pharmacie et de toxicologie à l'École de médecine, 52, rue de la Grosse-Horloge. — Rouen.
Clouzet (Ferd.), Conseiller général, cour des Fossés. — Bordeaux. — R
Cocagne (Adrien-Oscar), Avocat, rue Cauchoise. — Neufchatel-en-Bray (Seine-Inférieure).
Cochot (Albert), Ingénieur-Mécanicien. — Gond, près Angoulême (Charente).
Coeuilte, Fabricant de sucre. — Bailleul-sur-Bertould (Pas-de-Calais).
Cohendy, Archiviste du département. — Clermont-Ferrand.
Coindre, Ingénieur des Ponts et Chaussées, avenue de la Gare. — Montluçon.
Colignon (Émile), rue Percière. — Rouen.
Dr Collardot, Médecin de l'Hôpital civil, 3, rue Cléopâtre. — Alger.
*Colleau (O.), Consul de France à Moscou, 88, rue d'Amsterdam. — Paris.
*Collet, Lieutenant de vaisseau, Répétiteur à l'École polytechnique, 151, boulevard Magenta. — Paris.
*Collignon (Ed.), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Inspecteur de l'École des Ponts et Chaussées, 70, boulevard Saint-Germain. — Paris. — F
*Dr Collineau, 187, rue du Temple. — Paris.
*Dr Colrat, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon, 19, rue Gentil. — Lyon.
Combal, Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier. — F
Comme, Chef de culture, 15, rue de Belleville. — Bordeaux.
Compagnie des chemins de fer du Midi, 54, boulevard Haussmann. — Paris. — F
— — d'Orléans, 1, place Walhubert. — Paris. — F
— — de l'Ouest, 110, rue Saint-Lazare. — Paris. — F
— — de Paris à Lyon et à la Méditerranée, 88, rue Saint-Lazare. — Paris. — F
— du Gaz Parisien, rue Condorcet. — Paris. — F
— des Salins du Midi, 84, rue de la Victoire. — Paris. — F
— des Messageries maritimes, 28, rue Notre-Dame-des-Victoires. — Paris. — F
— des Fonderies et Forges de Terre-Noire, la Voulte et Bességes. — Lyon. — F
Compagnie générale des Verreries de la Loire et du Rhône, à Rive-de-Gier (Loire) (M. Hutter, administrateur délégué). — F
— des Fonderies et Forges de l'Horme, 8, rue Bourbon. — Lyon. — F
— du Gaz de Lyon, rue de Savoie. — Lyon. — F
— de Roche-la-Molière et Firminy. — Lyon. — F
— des Mines de houille de Blanzy (Jules Chagot et Cie) à Montceaux-les-Mines (Saône-et-Loire), 55, boulevard Haussmann. — Paris. — F
*Comte (Hippolyte). — Courcelles près Saint-Jean-d'Angély (Charente-Inférieure).
*Comte (Mme). — Courcelles près Saint-Jean-d'Angély (Charente-Inférieure).
Coninck (William de), Négociant, 1, rue de Boulogne. — Havre.
Conseil d'administration de la Compagnie des Minerais de fer magnétique de Mokta-el-Hadid, 59, rue de la Victoire. — Paris. — F
*Conseil d'administration de l'École Monge, 165, boulevard Malesherbes. — Paris. — F
Dr Constantin. — Saint-Barthélemy (Lot-et-Garonne).
*Corin (Léon), Chimiste. — Valenciennes.
*Coppet (de), Chimiste, villa Irène, aux Baumettes. — Nice. — F
*Corenwinder, Chimiste, 61, rue Solférino. — Lille.
*Cornil, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Député de l'Allier, 6, rue de Seine. — Paris.
*Cornu, membre de l'Institut, Ingénieur des Mines, Professeur à l'École polytechnique, 38, rue des Écoles. — Paris. — F
*Cornu (Mme), 38, rue des Écoles. — Paris.
*Cornu (Max), Aide-Naturaliste au Muséum, chargé du cours de botanique, 1, rue des Écoles. — Paris.
Cornulier (de), Conseiller général de la Loire-Inférieure, 13, rue du Lycée. — Nantes.
Cornut, Ingénieur en chef de l'Association des propriétaires d'appareils à vapeur, 22, rue de Puebla. — Lille.
*Corpet, Ingénieur-Mécanicien, 119, avenue Philippe-Auguste. — Paris.
Cossé (Victor), Raffineur, 1, rue Daubenton. — Nantes.
*Dr Cossé (Emile), 15, rue de la Chaussée-d'Antin. — Paris.

*Cosson, Membre de l'Institut et de la Société de botanique, 7, rue Abbatucci. — Paris. — F
*Cotteau, 36, boulevard Saint-Michel. — Paris. — R
*Dr Coudereau, 13, Galerie Vivienne. — Paris.
Counord (E.), Ingénieur civil, 27, cours du Médoc. — Bordeaux. — R
*Coupelon, Notaire. — Clermont-Ferrand.
*Couperie (Stephen), 102, rue Sainte-Catherine. — Bordeaux.
Coupier (T.), Fabricant de produits chimiques. — Creil (Oise).
Courcières, Inspecteur d'académie, 66, rue de Lyon. — Lyon.
*Courtin (Benoît), Chef d'institution. — Solre-le-Château (Nord).
*Courtois (Henri), Licencié ès sciences physiques.— Au château de Muges, par Damazan (Lot-et-Garonne).
Courtois de Viçose, petite rue d'Albade. — Toulouse. — F
Courty, Professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier. — Montpellier. — F
Cousinard, Constructeur, 53, rue de Saint-Quentin. — Havre.
*Cousté, ancien Directeur de la Manufacture des tabacs, 76, boulevard Saint-Michel. — Paris.
Crova (A), Professeur à la Faculté des sciences. — Montpellier.
Dr Coutagne (Henri), 79, rue de Lyon. — Lyon. — R
*Dr Coutagne (Emile), 36, rue Bourbon. — Lyon.
Coutanceau, Ingénieur civil, rue de la Concorde. — Bordeaux.
*Coutereau (Léon), Banquier. — Branne (Gironde).
*Couturier (Abel), Juge suppléant au Tribunal civil d'Agen, 8, rue Saint-Florentin. — Agen.
Crapon (Denis). — Pont-Évêque (Isère). — R
*Crepeaux (Virgile), 98, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris.
Crépy (Paul), Négociant, Membre du Tribunal de commerce. — Lille.
*Crespin (Arthur), Ingénieur-mécanicien, 23, avenue Parmentier. — Paris.
Crespel-Tilloy (Charles), Manufacturier, 14, rue des Fleurs. — Lille. — R
*Croizier (Eugène), Licencié en droit, 9, rue Victor-Cousin. — Paris.
Crouan (Fernand), Armateur, 14, rue Héronnière. — Nantes. — F
Crozel (Georges), place de l'Hôtel-de-Ville. — Vienne (Isère).
Crowter (William), Chimiste. — Quarmby-Huddersfield (Angleterre).
Coustou de Coysevox (Gabriel de), Secrétaire général de la Société d'agriculture de Tarn-et-Garonne, rue Lagarrigue. — Montauban.
Cruzel (Pierre), ancien Pharmacien. — Miramont (Lot-et-Garonne).
Cuignet (F.-D.), Médecin principal d'armée et Médecin en chef de l'hôpital militaire de Lille, 45 *bis*, rue de l'Hôpital-Militaire. — Lille.
*Cuisin (Charles), Dessinateur d'histoire naturelle, 20, avenue d'Orléans. — Paris.
Cureyras (G.), Licencié en droit, Notaire. — Cusset (Allier).
*Curie (Jacques), Préparateur de chimie à la Sorbonne, 2, rue de la Visitation. — Paris
*Cusset, Imprimeur, membre du Conseil municipal, 123, rue Montmartre. — Paris.
*Dr Cyon (E. de), 3, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris.
*Da Costa-Leite (Joaquin), Etudiant en médecine, Bachelier ès-lettres et ès-sciences, 107, rue de Turenne. — Paris.
*Dagrève (E.), Médecin du Lycée et de l'Hôpital. — Tournon (Ardèche). — R.
Dr Daguillon. — Joze par Maringues (Puy-de-Dôme).
*Daguin, ancien Président du Tribunal de commerce de la Seine, 4, rue Castellane. — Paris. — F
*Daleau (François). — Bourg-sur-Gironde.
*Daliphard (E.), 40, rue Jeanne-d'Arc. — Rouen.
Dalléas, Propriétaire, 4, cours de Tournon. — Bordeaux.
*Dalligny, Maire du 8e arrondissement, 5, rue d'Albe. — Paris. — F
*Dr Dally (Eugène), 5, rue Legendre. — Paris. — R
Damour, Médecin-dentiste, 1, Montée de Jaude. — Clermont-Ferrand.
Danel, Imprimeur, 93, rue Nationale. — Lille.
Daney, Négociant. — Bordeaux.
*Danton, Ingénieur civil des Mines, 5, rue Méchain. — Paris.
*Dan Dawson, Milesbridge chemical Works near Huddersfield (Angleterre).
*Darboux (G.), Professeur suppléant à la Faculté des Sciences, 36, rue Gay-Lussac. — Paris.
*Dr Dareste (Camille), Professeur à la Faculté des Sciences de Lille, 37, rue de Fleurus. — Paris.

*Darlu (A.), Professeur agrégé de philosophie, 2, rue de l'Église-St-Martin. — Angoulême.
*Daubrée, Membre de l'Institut, Directeur de l'École des Mines, 62, boulevard Saint-Michel. — Paris.
*Dauvesne, 83, rue Neuve-des-Petits-Champs. — Paris.
Dr David (Ph.), rue Amelot. — La Rochelle.
*Davillier, Banquier, 14, rue Roquépine. — Paris. — F
Davioud, Négociant, 24, place de l'Hôtel-de-Ville. — Havre.
Daymard, Ingénieur de la Compagnie Transatlantique, 11, place de l'Hôtel-de-Ville. — Havre.
Dea (Jean-Baptiste-Magloire), ancien Notaire. — Attigny (Ardennes).
Debize, Lieutenant-Colonel d'état-major, 42, quai de la Charité. — Lyon.
Deblont (Jules), Teinturier. — Fives-Lille.
Decamps, Pharmacien, 1, place de l'Hôtel-de-Ville. — Havre.
Decazes (le duc), Député, château de Lagrave, par Saint-Denis-de-Pile (Gironde).
*Décès (A.), 72, rue du Faubourg-Saint-Denis. — Reims.
Décès (Mme), 72, rue du Faubourg-Saint-Denis. — Reims.
*Dr Dechambre, Membre de l'Académie de médecine, 91, rue de Lille. — Paris.
*Dechanme, Docteur ès sciences, Professeur de physique à l'École supérieure et au lycée d'Angers, 11, rue de Bellay. — Angers.
Dr Décius (Georges). — Boufarik, province d'Alger.
Dr Decrand (J.), ancien Chef de clinique à la Faculté de Montpellier, 17, cours Lavieuville. — Moulins-sur-Allier.
Decroix (Jules), Banquier, 42, rue Royale. — Lille.
Decroix, Conseiller général de la Loire-Inférieure. — Cap-Choux, par Boulay-des-Mines (Loire-Inférieure).
*Deforges (Gilbert), Capitaine d'état-major, 121 *bis*, rue de Grenelle-Saint-Germain. — Paris.
*Defleirs (A.), Sous-Inspecteur des forêts. — Dax (Landes).
*Defodon, Rédacteur en Chef du *Manuel général de l'Instruction primaire*, 79, boulevard Saint-Germain. — Paris.
*Defresne (Th.), Pharmacien-droguiste, 2, rue des Lombards. — Paris.
*Degeorge, Architecte, 21, rue de Laval. — Paris.
Degorce (E.), Pharmacien de 1re classe de la Marine, à Cayenne (Guyane franç.). — R
*Degoussée, Ingénieur civil, 35, rue de Chabrol. — Paris. — F
Degoutin, Avocat, Juge suppléant. — Verdun.
Degrange-Touzin, Avocat, 24 *bis*, rue du Temple. — Bordeaux.
*Dehérain (P.-P.), Professeur de chimie à l'École de Grignon, 5, rue Chauveau-Lagarde. — Paris.
*Déjardin (E.), Pharmacien de 1re classe, ex-interne des hôpitaux, 2, avenue de l'Opéra. — Paris.
Delabrosse, Conseiller général de la Loire-Inférieure, place de la Monnaie. — Nantes.
*Delaberrière, Avocat. — Valenciennes.
Dr Delage, 18, rue des Fleurs. — Lille.
*Delahaye (Victor), Ingénieur, ancien Élève de l'École polytechnique et de l'École des Mines, 34, rue de l'Hôpital. — Rouen.
Dr Delamare, Officier de l'Instruction publique, Professeur à l'École de plein exercice de médecine, 3, place Graslin. — Nantes.
Delamarre (E.-A.), Consul de Grèce, 91, route de Darnétal. — Rouen.
Delaroche, Négociant, 57, rue de la Côte. — Havre.
Delattre (Carlos), Filateur. — Roubaix. — R
Delaunay (Gaston), Sous-Inspecteur des Eaux et Forêts. — Vitry-le-François
*Dr Delaunay (Gaëtan), 95, boulevard Magenta. — Paris.
*Dr Delbarre (fils). — Cambrai (Nord).
Delbruck (J.). — Langoiran (Gironde).
*Delecroix (Émile), Avocat, 36, rue de Roubaix. — Lille.
Delesalle (Alfred), Filateur. — La Madeleine (Nord).
*Delesse (A.), Professeur de géologie à l'École normale, Membre de la Société centrale d'agriculture, 59, rue Madame. — Paris.
*Delessert (Édouard), 17, rue Raynouard. — Paris-Passy. — R
*Delhomme, Propriétaire du Café Anglais, 13, boulevard des Italiens. — Paris. — R.
Dr Delmas, 1, rue David-Johnston. — Bordeaux.
Delocre, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 38, rue de la Reine. — Lyon.

*Delon (Ernest), Ingénieur civil, 14, rue du Collége. — Montpellier. — R
*Delon (Mme Ernest), 14, rue du Collège. — Montpellier.
Dr Delore, Chirurgien en chef de la Charité, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon, 31, place Bellecour. — Lyon. — F
Delorme (Louis). — Vatan (Indre).
*Delort, Professeur au Collége.— St-Flour (Cantal).
Delrieu, Banquier. — Marmande (Lot-et-Garonne).
*Deluc, Professeur de Sciences, 84, rue du Viaduc.— Bruxelles..
Delvaille, Docteur en médecine. — Bayonne. — R
Demanel, Professeur au Lycée, 22, rue de Strasbourg. — Nantes.
Démoly (Ad.), Ingénieur des Chemins de fer algériens. — L'Agha (Province d'Alger).
*Dr Demonchy, place d'Isly. — Alger.
Dr Demons, 15, rue Michel-Montaigne. — Bordeaux.
*Denise (L.), Architecte, 12, passage Violet.— Paris.
Denoyel (Antonin), Propriétaire, 4, rue des Deux-Maisons. — Lyon.
Denucé, Professeur à l'École de médecine. — Bordeaux.
*Depaul (Henri), avenue Drouet-d'Erlon. — Reims. — R
*Depierre (Joseph), chimiste. — Déville-les-Rouen (Seine-Inférieure).
*Depoully (Ernest), Chimiste, 27, rue des Fêtes. — Paris.
*Depoully (Paul), 15, rue Levert. — Paris.
*Depoully (Ch.), Ingénieur, 21, rue Bellefond.— Paris,
*Deprez (Marcel), Ingénieur, 16, rue Cassini. — Paris.
Dequoy, Filateur, 27, rue de Wazemmes. — Lille.
*Derenbourg (Hartwig), Chargé du cours de grammaire arabe à l'École des langues orientales vivantes, 39, boulevard Saint-Michel. — Paris.
Dero, Docteur-médecin, 69, rue du Champ-de-Foire. — Le Havre.
Deroo, Pharmacien, 119, rue de Paris. — Lille.
*Deros (A.), Ingénieur. — Grigny (Rhône).
Déroulède, Propriétaire. — Bouscat, près Bordeaux.
*Deruelle, Propriétaire, 199, rue de Vaugirard. — Paris.
*Desailly, Exploitation de phosphate de chaux fossile. — Granpré (Ardennes).
*Desbonnes (F.), Négociant, 18, allées de Chartres. — Bordeaux.
*Desbrières, Secrétaire du comité des Forges, 56, rue de Provence. — Paris.
Dr Descamps. — Anzin (Nord).
*Descamps (Ange), Filateur, 31, rue de Thionville. — Lille.
*Deschamps, Pharmacien. — Riom.
Deshayes, Ingénieur civil des Mines, aux Fonderies. — Terre-Noire (Loire).
Deslongchamps, Professeur à la Faculté des sciences. — Caen.
Dr Desmaisons-Dupallans. — Castel-d'Andorte, près Bordeaux.
Desmaroux, Pharmacien. — Le Havre.
Desmetd-Wallaert, 2, rue Sans-Pavé. — Lille.
*Desnoyers (Alfred), Ingénieur, 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire. — Paris.
Desrousseaux (Jules), Propriétaire, 35, rue de l'Hôpital Militaire.— Lille.
Dessoliers, Ingénieur civil, 2, rue Juba.— Alger.
Detroyat (Arnaud). — Bayonne. — R
*Deutsch (A.), Négociant-industriel, 103, rue de Flandres.— Paris.— R.
*Devay (F.), — Condé-sur-Vesgres (Seine-et-Oise).
Devé, Négociant, 14, rue Caligny. — Le Havre.
*Dhotel, Adjoint au maire du 2e arrondissement, 107, boulevard de Sébastopol. — Paris. — F
Diacon, Professeur à l'Ecole de pharmacie. — Montpellier.
*Dida (A.), Chimiste, 9, rue Popincourt. — Paris. — R
*Dida fils, 9, rue Popincourt. — Paris. R
Dr Diday, ex-Chirurgien en chef de l'Antiquaille, Secrétaire général de la Société de médecine, rue de Lyon. — Lyon. — F
*Didelin (R.), Professeur au Lycée.— Mont-de-Marsan.
Dietz (J.), 4, rue de la Monnaie. — Nancy.
*Dr Dieulafoy (Georges), Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 16, rue Caumartin. — Paris.
*Dilsheimer, Commisionnaire en marchandises, 38, rue d'Hauteville. — Paris.
Divin (Ph.), Rédacteur à *la Gironde*, 8, rue Cheverus. — Bordeaux.
Dollfus (Mme Auguste), 53, rue de la Côte. — Le Havre. — F
Dollfus (Auguste), 53, rue de la Côte. — Le Havre. — F

Dollfus (Auguste), Président de la Société industrielle. — Mulhouse.
*Dollfus (Adrien), 29, avenue Montaigne. — Paris.
*Dollfus (Charles), 1, rue Spontini. — Paris.
*Dombre (Louis), Ingénieur, Sous-Directeur des Mines. — Aniche (Nord).
Donnadieu, Professeur à l'Université catholique. — Lyon.
*Donon de Gannes (Charles), ancien Élève de l'École des mines. — Bellevue près Meudon.
Dont (Mme), Ingénieur civil, 29, rue de Lodi. — Marseille.
Dor (Eugène). — La Rochelle (Charente-Inférieure).
Dr Dor (Henri), Professeur honoraire, à l'Université de Berne, 10, rue du Plat. — Lyon.
Doré-Graslin (Edmond), 24, rue Crébillon. — Nantes. — **R**
Dormer (Lord), Grove-Park, Warwich. — Londres (Angleterre).
Dorniot, Conseiller municipal, rue Vilaris. — Bordeaux.
*Dorvault, Directeur de la Pharmacie centrale, 7, rue de Jouy. — Paris. — **F**
*Dr Doucaud, rue Notre-Dame. — Bordeaux.
*Dr Douillet. — Lamballe (Côtes-du-Nord).
*Doumerc, Ingénieur civil, 10, rue Copenhague. — Paris.
Doumerc (Jean), Ingénieur civil des Mines, Membre de la Société géologique de France. 1, rue Corail. — Montauban.
Doumerc (Paul), Ingénieur civil, Membre de la Société géologique de France. — Montauban.
Dourif, Professeur à l'École de médecine. — Clermont-Ferrand.
*Douvillé, Ingénieur des Mines, 3, rue du Bac. — Paris. — **R**
Dr Doyon, Médecin des eaux. — Uriage (Isère)
Dr Dransart. — Somain (Nord). — **R**
Drée (le comte de), Sous-Directeur du haras. — Annecy (Haute-Savoie).
Drevon (Henri), 67, cours d'Herbouville. — Lyon.
Dron (Achille), Chirurgien en chef de l'Hospice de l'Antiquaille, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon, 5, rue Pizay. — Lyon.
*Drouault (Mme Ch.), 76, rue de Rennes. — Paris.
Dr Drouet, 47, rue d'Etretat. — Le Havre.
*Droux (A.), Ingénieur-Chimiste, 33, rue Beaubourg. — Paris.
*Droz (Alfred), Avocat, 48, rue Jacob. — Paris.
Dubar, Rédacteur de l'*Écho du Nord*, Grande-Place. — Lille.
Dr Dubest (Hippolyte). — Pont-du-Château (Puy-de-Dôme).
*Dubois (E.), Professeur de physique au Lycée, 33, rue Voiture. — Amiens
Dubois (Émile). — Saint-Jean-d'Angély (Charente-Inférieure).
Dubois, Ingénieur des Arts et Manufactures. — Boiry-Ste-Rictrude (Pas-de-Calais).
*Duboscq, Constructeur d'instruments d'optique, 21, rue de l'Odéon. — Paris.
Dubouché (Adrien), Négociant. — Jarnac (Charente).
Dr Duboué. — Pau. — **R**
Dubourg, Avoué, 27, rue du Temple. — Bordeaux.
Dubourg (Georges), Négociant en draperies, 45, cours des Fossés. — Bordeaux.
*Dr Dubreuilh (Ch.), 12, rue du Champ-de-Mars. — Bordeaux.
Dubroca (Germain), Propriétaire, château de Blancastel, canton de Manciet (Gers).
Dubuc (Joseph-Prudence), Docteur en droit, Avocat. — Condom (Gers).
*Dubuisson (Edmond), Ingénieur civil, 8, rue de Bouillé. — Passy.
Duchaufour (Georges), Négociant en métaux, 52, rue de Paris. — Lille.
Duchaufour (Eugène), Négociant en métaux, 52, rue de Paris. — Lille.
Duchemin (E.), 33, place Saint-Sever. — Rouen.
Duclaux (Émile), Professeur à la Faculté des sciences, 29, avenue de Noailles. — Lyon. — **R**
Ducretet (E.), Fabricant d'instruments de physique, 89, rue des Feuillantines. — Paris.
Ducrocq (Auguste). — Niort (Deux-Sèvres). — **R**
Dr Dudon, 10, rue Huguerie. — Bordeaux.
*Dufaitelle, Rentier, 18, rue Magnan. — Paris.
*Dr Dufay, Sénateur, 76, rue d'Assas. — Paris. — **R**.
*Dufet (Henri), Professeur au Lycée Saint-Louis, 23, rue de Vaugirard. — Paris.
*Dufresne, Inspecteur-Général de l'Université, 73, rue de Morny. — Paris. — **R**
*Dr Dujardin-Beaumetz, Médecin de l'Hôpital St-Antoine, 66, rue de Rennes. — Paris.
Dulac (Frédéric), 40, place Dauphine. — Bordeaux.

Dr Dulac. — Montbrison. — R
*Dumas, Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, Membre de l'Académie française, 3, rue Saint-Dominique-Saint-Germain. — Paris. — F
*Dumas (Mme), 3, rue Saint-Dominique-Saint-Germain. — Paris.
Dr Duménil, 45, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Rouen.
*Dunoyer (Léon), Étudiant en médecine, 20, rue du Sommerard. — Paris.
Du Pasquier, Négociant, 6, rue Bernardin-de-Saint-Pierre. — Havre.
Duplay, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Chirurgien des hôpitaux, 3, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. — R
Dupont, Vétérinaire, 8, rue d'Orléans. — Bordeaux.
Dupouy (E.), Avocat, Conseiller général, Député de la Gironde. — Bordeaux. — F
*Dupré (Anatole), Préparateur de chimie, 25, rue d'Ulm. — Paris.
*Dr Dupré, Professeur d'anatomie et de chirurgie herniaire, 74, boulevard St-Germain. — Paris.
*Dupuy de Lôme, Sénateur, Membre de l'Institut, 374, rue Saint-Honoré. — Paris. — F
Dupuy (Paul), Professeur à l'École de Médecine, 78, chemin d'Eysines. — Bordeaux. — F
*Dupuy (Camille), Avocat général, 5, Cours St-Louis. — Aix-en-Provence.
Dupuy (Léon), Professeur au Lycée, 13, rue Vital-Carles. — Bordeaux. — F
*Dupuy, Pharmacien. — Branne (Gironde).
Dupuy (Ed.), Pharmacien de 1re classe, ex-interne des hôpitaux de Paris. — Châteauneuf (Charente).
Dupuy-Dutemps (Léo), Conseiller de Préfecture. — Rodez (Aveyron).
*Durand (Édouard), Professeur des sciences géographiques à l'Université catholique, 40, rue d'Assas. — Paris.
*Durand (Th.), 40, rue d'Assas. — Paris.
*Durand (Louis-René), Procureur de la République, rue des Tanneurs. — Neufchâtel-en-Bray (Seine-Inférieure).
*Durand-Claye (Alfred), Ingénieur des ponts et chaussées, 85, rue Richelieu. — Paris.
*Dr Durand-Fardel, 17, rue Guénegaud. — Paris.
Durand-Gasselin, Banquier, 6, rue Jean-Jacques Rousseau. — Nantes.
*Durando (Gaëtan), Professeur de botanique, ancien Bibliothécaire de l'École de médecine, 4, rue René-Caillé. — Alger.
*Durassier, Chimiste, 24, avenue de Wagram. — Paris.
*Dureau (Alexis), Archiviste de la Société d'anthropologie de Paris, Bibliothécaire adjoint à l'Académie de médecine, 16, rue de la Tour-d'Auvergne. — Paris.
Dr Duriau, rue de Soubise. — Dunkerque.
Du Rieux, Ingénieur civil, 6, rue Brigode. — Lille.
*Durillon (E.), 34, quai de la Charité. — Lyon (Rhône).
*Durozier, Pharmacien, 58, boulevard Saint-Michel. — Paris.
Durros, Négociant, 73, cours d'Alsace-Lorraine — Bordeaux.
Durrwell (Eug.), Chimiste, chez M. Ed. Carrey. — Saïda, province d'Oran (Algérie).
Dussaut (Mlle Caroline), aux Ruches. — Fontainebleau.
*Dutailly (G.), 63, rue des Saints-Pères. — Paris.
Duval (Antonin), Manufacturier, 31, rue du Puits-Gaillot. — Lyon.
*Duval (Fernand), Administrateur de la Compagnie parisienne du Gaz, 53, rue François Ier. — Paris. — F
*Duval, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 8, avenue St-François-Xavier. — Paris. — R
Duvergier, Président de la Société Industrielle, 35, rue Saint-Cyr. — Lyon. — F
Duvergier (Mme), 35, rue Saint-Cyr. — Lyon.
*Duveyrier, Géographe, rue des Grès. — Sèvres.
*Eichthal (d'), Banquier, Président du Conseil d'administration des chemins de fer du Midi, 42, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. — F
*Eichthal (Gustave d'), 44, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. — R
*Eichthal (Eugène d'), 44, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. — R
*Eichthal (Georges d'), 53, rue de Chateaudun. — Paris. — R
Eichthal (Louis d'). — Les Bezards, par Nogent-sur-Vernisson (Loiret). — R
Élie (Eugène), Propriétaire, 22, rue Berthelot. — Elbeuf.
*Elisen, Ingénieur administrateur de la Compagnie générale Transatlantique, 21, rue Abbatucci. — Paris. — R
*Engel (Arthur), 29, rue Marignan. — Paris.
*Engel, Relieur, 91, rue du Cherche-Midi. — Paris. — F

*Engel (Eugène), chez MM. Dollfus, Mieg et Cie, 9, rue Saint-Fiacre. — Paris.
*Engel (Rodolphe), Professeur à la Faculté de médecine — Montpellier.
*Ehrhardt-Schieble, Graveur, 12, rue Duguay-Trouin. — Paris. — F
Ernest, Négociant, rue de Strasbourg. — Nantes.
Dr Escande. — St-Cyprien (Dordogne).
Escarraguel, Propriétaire, 1, allée de Tourny. — Bordeaux.
*Espous (Le comte Auguste d'). — Montpellier. — R
*Estor, Professeur d'anatomie pathologique et d'histologie à la Faculté de médecine de Montpellier. — Montpellier.
*Estor (Mme). — Montpellier.
*Estor (Louis). — Montpellier.
*Estor (Eugène). — Montpellier.
*Estor (André). — Montpellier.
Etienne, Négociant raffineur, 36, rue Grande-Biesse. — Nantes.
Etiennez (Étienne), Avoué, 1, rue de l'Échelle. — Nantes.
Etoré (Émile), Capitaine au long cours, rue du Chemin-des-Poules. — Nantes.
* Dr Eustache (G.) Professeur à la faculté libre de médecine, 1, rue de la Préfecture. — Lille.
*Expert-Bezançon (Ch.) de la maison Bezançon frères et Cie, fabrique de céruse, 187, rue du Château-des-Rentiers. — Paris. — R
*Eymery (Octave), Propriétaire. — Terrefume, Cne de St-Dizant du Guâ par St-Fort-sur-Gironde (Charente-Infér.).
*Eyssartier (Maurice), Pharmacien. — Uzerches (Corrèze).
*Eymard (Albert), Fabricant de produits chimiques, 15, chemin de Gerland. — Lyon.
*Fabre (Charles), Propriétaire, 24, rue des Petits-Hôtels, place Lafayette. — Paris.
*Fabre (Ernest), Ingénieur-Directeur de l'usine de l'Homme-d'Armes. — L'Homme-d'Armes, près Montélimart (Drôme).
Dr Fabre (A. Armand de), 36, rue Ste-Catherine. — Avignon.
*Faget (Marius), Architecte, 12, rue de Rohan. — Bordeaux.
*Faguet (L.-Auguste), Préparateur de botanique à la Faculté des Sciences et au laboratoire de la Faculté de Médecine, 22, rue des Boulangers. — Paris.
Faivre, Doyen de la Faculté des sciences, 27, rue Gentil. — Lyon.
*Falateuf (Oscar), Avocat, Membre du Conseil de l'ordre, 8, rue du Conservatoire. — Paris.
Falières, Pharmacien. — Libourne.
Falsan (Albert), Géologue. — Collonges-sur-Saône (Rhône).
*Farge, Directeur de l'École de médecine. — Angers.
Fargeix, Conseiller général du Puy-de-Dôme. — Clermont-Ferrand.
*Fargues de Taschereau, Professeur de physique au lycée Henri IV, 13, rue Boissière (Trocadéro). — Paris.
*Faucheille (Auguste), Licencié en droit, Licencié ès lettres, 88, rue de Tournai. — Lille.
*Faucé (A.), Directeur de l'Office international des brevets d'inventions, 20, rue Malher. — Paris.
Faucher-Dubourg (Anatole), Propriétaire. — Nérac.
Faure (Lucien), Président de la Chambre de commerce, — Bordeaux. — F
Faure (Jules), 16, cours d'Alsace-Lorraine. — Bordeaux.
Faure (Ernest), Propriétaire. — Tresses (Gironde).
Faure (Fernand), Professeur à la Faculté de droit. — Douai.
Faure, Ingénieur civil, Fabricant de produits chimiques, 35, rue Sainte-Claire. — Clermont-Ferrand.
Faure (Félix), Négociant, 121, boulevard François Ier. — Le Havre.
*Faure (Mlle Antoinette), 53, rue de Vaugirard. — Paris.
Fauvel (Henry), étudiant en médecine, 109, rue d'Orléans. — Le Havre.
*Dr Fauvelle, Président de la Société de médecine de l'Aisne, 11, rue de Médicis, — Paris.
Fauvelle (Charles-Julien), Étudiant en médecine, 11, rue Médicis. — Paris.
Fauvelle (René), 11, rue Médicis. — Paris.
Fauvet (Ovide), Ancien élève de l'École nationale des Arts et Métiers, Manufacturier. — Bétheniville par Pontfaverger (Marne).
*Faverau (G.), Avocat à la Cour d'Appel, 106, rue de Rivoli, — Paris.
*Favier, Professeur de mathématiques au Collége, 16, rue de la Juiverie. — Étampes.

Dr Favre, Médecin consultant de la Compagnie P.-L.-M., 1, rue du Peyrat. — Lyon.
*Favre, Professeur de géologie à l'Académie de Genève (Suisse).
Favreuil (de), Géomètre expert, 25, rue du Molinel. — Lille.
*Faye, Membre de l'Institut, Inspecteur général de l'instruction publique, 9, chaussée de la Muette. — Paris. — R
*Fayol, Ingénieur en chef des houillères de Commentry (Allier).
Fée (Félix), Médecin-major de 1re classe à l'hôpital militaire de La Rochelle, 60, rue Chaudrier. — La Rochelle.
*Féligonde (de), ancien Député, rue Savaron. — Clermont-Ferrand.
Féraud (Henri), 39, rampe Vallée — Alger.
*Féré (Ch.) Interne des hôpitaux, 74, rue Denfert-Rochereau. — Paris.
*Dr Féréol (Félix), 8, rue des Pyramides. — Paris.
*Ferère (G.), Armateur, 8, rue Aufray. — Havre.
Féret (Édouard), Libraire, cours de l'Intendance. — Bordeaux.
*Ferrand (Eusèbe), Pharmacien, 93, rue Saint-Honoré. — Paris.
*Dr Ferrari, Pharmacien. — Madrid.
Ferrière (Gabriel), rue du Réservoir. — Bordeaux.
Ferrouillat (Prosper), Fabricant de produits chimiques, 1, rue d'Égypte. — Lyon.
*Ferry (Emile), Négociant, Conseiller municipal, Juge au tribunal de commerce. — Rouen.
*Dr Feuillet, maire d'Alger, 19, galeries Malakoff. — Alger.
*Feuillet, Professeur de langues et de comptabilité, 7, rue de la Lyre. — Alger.
Février (Général), Commandant la place, 34, quai de la Charité. — Lyon.
Fière (Paul), Archéologue, Membre correspondant de la Société française de numismatique et d'archéologie. — Voiron (Isère). — R
*Dr Fieuzal, 93, rue du Faubourg-Saint-Honoré. — Paris. — R
Fiévet, Fabricant de sucre. — Masny (Nord).
Filhol (E.), Professeur à la Faculté des sciences. — Toulouse.
*Filhol (H.), Maître de conférences à la Faculté des sciences. — Toulouse.
*Fillon, Propriétaire. — Saint-Cyr-en-Talmondais (Vendée).
Filloux, Pharmacien. — Arcachon.
Dr Fines, 2, rue du Bastion-Saint-Dominique. — Perpignan (Pyrénées-Orientales).
*Finot (Étienne), Préparateur de chimie à la Faculté des sciences. — Clermont-Ferrand.
Flamant, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Amiens.
*Flament (Henri), Ingénieur civil, 94, rue Hauteville. — Paris.
Fleury, Recteur de l'Académie. — Douai.
*Fleury, Directeur de l'École de médecine. — Clermont-Ferrand.
Fleury (Victor), Propriétaire. — La Drouétière, commune de Mauves (Loire-Inférieure).
*Dr Fleury (C. M.) — St-Etienne (Loire).
Fleury (A.) Pharmacien de 1re classe, 28, rue Bab-Azoun. — Alger.
Florand (Maurice), Pharmacien de 1re classe. — Guéret (Creuse).
*Flourens (G.), Ingénieur chimiste, Membre de la Société industrielle du Nord. — Haubourdin, près Lille.
*Foncin, Recteur de l'Académie de Douai. — Douai.
*Fontannes (F.), Géologue, 4, rue de Lyon. — Lyon.
Fontarive. — Linneville, commune de Gien (Loiret). — R
Fonteneau (Félix), Propriétaire, rue du Gommier. — Nantes.
*Fontoynont, Pharmacien, 9, rue Lévis. — Batignolles-Paris.
*Fonvielle (W. de), Homme de lettres, 50, rue des Abbesses. — Paris.
*Forcrand (Robert de) Préparateur de chimie à la Faculté des sciences, 9, rue Martin. — Lyon.
*Forrer-Debar, Négociant, 3, quai Saint-Clair. — Lyon.
Fort fils, Négociant, cours du Jardin-Public. — Bordeaux.
Dr Fortineau, 65, rue de Rennes. — Nantes.
Fossat (J.) Huissier, 97, rue Ste-Catherine. — Bordeaux.
Fougeron (Paul). 55, rue de la Bretonnerie. — Orléans.
Dr Foulhouze (P. de la), 4, glacis de la Poterne. — Clermont-Ferrand.
Fouque (Charles), Archiviste de la Société d'histoire naturelle de Toulouse, 64, rue de la Pomme. — Toulouse.
Fourcand, Sénateur. — Bordeaux.

Foucaud (Léon), Négociant, Membre du Conseil municipal, 34, rue Saint-Remy. — Bordeaux.
Foucaud (Fernand), Membre de la Société de géographie de Paris. — Fredière-St-Barbant, par Mézières (Haute-Vienne).
*Foucart, Ingénieur, 16, rue Billault. — Paris.
*Foucaucourt (baron de). — Cercamp-lès-Frévent. — (Pas-de-Calais). — R
Fourmond (L.), Négociant, 4, avenue de Paris (la Bastide). — Bordeaux.
Fourneau (l'abbé), Professeur de sciences à l'institution des Chartreux. — Lyon.
*Fournet, place Tourny. — Bordeaux.
*Fournié (Victor), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 46, rue Madame. — Paris.
Dr Fournier (Alban).— Rambervilliers (Vosges).
*Fournier (Félix), Membre de la Commission des échanges internationaux au Ministère de l'Instruction publique, 119, rue de l'Université. — Paris. — R
*Fournier (A.), Professeur agrégé à la faculté de médecine de Paris, médecin des hôpitaux, 1, rue St-Arnaud — Paris. — R
Franceron (Paul), Chimiste et industriel. — Alais (Gard).
*Dr Franck (F.), Préparateur au Collége de France, 64, rue des Feuillantines. — Paris.
*Franco (L.) Ingénieur civil, 27, rue de la Chaussée-d'Antin. — Paris.
*Frantzen, Fabricant de fleurs, 8, cour des Petites-Écuries. — Paris.
Dr Frat (Victor), 23, rue Maguelonne. — Montpellier.
Fréchou, Pharmacien. — Nérac.
Frémenville (de), Géologue, 23, rue Sainte-Hélène. — Lyon.
*Frémy, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum et à l'École polytechnique, 33, rue Cuvier. — Paris. — F
*Frémy (Mme), 33, rue Cuvier. — Paris.
*Fresquet (Édouard de) Professeur d'économie politique et de législation à l'école normale spéciale de Cluny. — Cluny (Saône et Loire).
*Fressinge, Pharmacien de 1re classe, 97, rue de Rennes. — Paris.
*Dr Freuler, 60, rue Notre-Dame-de-Lorette. — Paris.
*Friedel, membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des sciences, 60, boulevard Saint-Michel. — Paris. — F
*Friedel (Mme), née Combes, 60, boulevard Saint-Michel. — Paris. — F
Friederich, Négociant. — Fontenay-le-Comte (Vendée).
Froment, Agent-Voyer, Conducteur en retraite. — Au Cheylard (Ardèche).
*Dr Fromentel (de). — Gray (Haute-Saône). — R
*Fromentel (Henri de) Etudiant en médecine. — Gray (Hte-Saône).
*Froissard (Ch.-L.), 14, rue de Boulogne. — Paris. — F
Frouin (André). — Celles, canton d'Archiac (Charente-Inférieure).
Fruchart, Fabricant de sucre. — Avion (Pas-de-Calais).
Fulcrand (Charles), Colonel Directeur du Génie, 2, rue Boussairolles. — Montpellier.
*Fumouze (Armand), Docteur-Médecin-Pharmacien, 78, faubourg Saint-Denis. — Paris. — F
*Dr Fumouze (Victor), 132, rue Lafayette. — Paris.
*Gachassin-Lafite (Léon), Avocat, 1, rue Castillon. — Bordeaux.
*Gachassin-Lafite (Paul), Négociant, 73, rue de la Course. — Bordeaux.
*Gachassin-Lafite (Mme), 73, rue de la Course. — Bordeaux.
*Gaces (Henri), 181, avenue d'Eylau. — Paris.
Gaillard, ancien Élève de l'École polytechnique, Adjoint au maire. — Clermont-Ferrand.
Dr Gaillard père. — Carignan (Ardennes).
*Galante, Fabricant d'instruments de chirurgie, 2, rue de l'École-de-Médecine. — Paris. — F
Dr Galdo (Manuel M.-J. de), Professeur d'histoire naturelle à l'Université, ex-maire de Madrid, sénateur du royaume, rue Hortaleza. — Madrid.
*Gal, Répétiteur à l'École polytechnique, 60, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Dr Galezowski, 25, boulevard Haussmann. — Paris.
Galibert (Paul), Avoué, 1, rue Cheverus. — Bordeaux.
*Dr Galippe, Préparateur d'histoire naturelle à l'École de pharmacie, Aide de clinique à la Faculté de médecine, 48, rue Sainte-Anne. — Paris.
*Gallard, Médecin des hôpitaux, 7, rue Monsigny. — Paris.

*Gallard, Banquier. — Guéret (Creuse).
Gallé-Reinemer, 1, rue de la Faïencerie. — Nancy.
Galline (P.), Banquier, Président de la Chambre de commerce, 11, place Bellecour. — Lyon. — F
Galos (Robert), 103, rue Croix-Blanche. — Bordeaux.
*Galteyries, Élève à l'école des langues orientales, 43, rue Monge — Paris.
*Dr Gamet (Alfred) — Givors.
*Gamet (Mme) née Mollet. — Givors.
Gandriau (Raoul), Manufacturier. — Fontenay-le-Comte (Vendée).
Garcia (Manuel), Ingénieur du service de la voie des Chemins de fer de l'Etat. — Saintes (Charente-Inférieure).
*Gariel (C.-M.), Ingénieur des ponts et chaussées, Agrégé libre à la Faculté de médecine, 39, rue Jouffroy. — Paris. — F
*Gariel (Mme), 39, rue Jouffroy. — Paris. — R
*Dr Gariel (Maurice) 3, rue de Louvois. — Paris.
*Garlandat (Mlle H.). — Saint-Jean-d'Angély (Charente-Inférieure).
*Garnaud, 66, rue Peyronet. — Neuilly.
*Garnier (Paul), Ingénieur mécanicien, 16, rue Taitbout. — Paris.
*Garreau, ancien Capitaine de frégate, 1, rue de Floirac. — Agen.
Dr Garreau. — Laval (Mayenne).
Dr Garrigou, 38, rue Valade. — Toulouse.
Garrisson (Gaston), Étudiant. — Montauban.
Gascheau (Maurice) Banquier. — Rodez (Aveyron).
*Gasco (F.), Professeur à l'Université. — Gênes (Italie).
*Gasser (Edouard), Pharmacien. — Massevaux (Alsace).
Gassies, Directeur du Musée préhistorique, allées de Tourny. — Bordeaux.
*Gatine (L.), Fabricant de produits chimiques, 23, rue des Rosiers. — Paris.
*Dr Gaube, 23, rue St-Isaure. — Paris. — R
*Gauché (Jean Baptiste) Interne des hopitaux, hospice des enfants malades — Paris.
*Gaudefroy, 8, rue de la Montagne-Sainte-Geneviève. — Paris.
*Gaudry (Albert), Professeur au Muséum d'histoire naturelle, 7 *bis*, rue des Saints Pères. — Paris. — F
*Dr Gauran, Médecin oculiste, conseiller municipal. — Rouen.
Gauthier, Propriétaire, 18, rue Guillaume-le-Conquérant. — Le Havre.
*Gauthier-Villars, Libraire, 55, quai des Augustins. — Paris. — F
Gautié, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Clermont-Ferrand.
Gautier (Antoine). — Château de Piquayne, près Cazères (Haute-Garonne).
*Gautier, Membre de l'Académie de médecine, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, 105 *bis*, boulevard d'Enfer. — Paris.
*Gautreau (Louis), Administrateur de la Compagnie générale Transatlantique, 124, rue Saint-Lazare. — Paris.
*Gautrez (Eugène), Etudiant en médecine, chez M. le Dr Chibret, rue de la Croix-Morel. — Clermont-Ferrand.
*Gavarret, Inspecteur général de l'instruction publique, membre de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté de médecine, 73, rue de Grenelle-Saint-Germain — Paris.
*Gavelle (Émile), Filateur, 275, rue de Solférino. — Lille.
*Dr Gay. — Jarnac.
*Gay (Henri), Professeur de physique au lycée d'Amiens, 1, rue Basse-Notre-Dame. — Amiens.
Dr Gayat-Wecker. — Saint-Raphael (Var).
Dr Gayet, Chirurgien titulaire de l'Hôtel-Dieu, Professeur à la Faculté de médecine de Lyon, 1, rue de la Barre. — Lyon.
Geay, Directeur des Constructions navales, 73, quai Colbert. — Le Havre.
*Dr Geay. — Le Gua (Charente-Inférieure).
*Geay (Mme Isabelle). — Le Gua (Charente-Inférieure).
Dr Gellie, 33, rue Neuve. — Bordeaux.
Dr Gémy, Chirurgien à l'hôpital civil, 1, impasse de la Lyre. — Alger.
*Genaille, Ingénieur civil, 53, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Lyon.
*Genain, Chimiste, 1, rue de la Charité. — Arras.
*Geneix-Martin (abbé), Professeur à l'École Albert-le-Grand. — Arcueil.
Génestal, 170, boulevard de Strasbourg. — Le Havre.
*Geneste (Eugène), Ingénieur civil, 42, rue du Chemin-Vert. — Paris.

Genevier (Gaston), Pharmacien, 83, quai de la Fosse. — Nantes.
*Genevoix (Émile), Pharmacien, 14, rue des Beaux-Arts. — Paris.
Génibrel (Charles), Négociant. — Béziers.
*Genty (abbé Auguste), Professeur au petit séminaire. — La Chapelle-Saint-Mesmin (Loiret).
Gensoul (Paul), Ingénieur civil, 42, rue Vaubécourt. — Lyon.
Geoffroy Saint-Hilaire (Albert), Directeur du Jardin d'acclimatation, 50, boulevard Maillot. — Neuilly (Seine). — F
George, Architecte, 23, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Le Havre.
Dr Gérard, 2, rue Constantine. — Lyon.
*Germain (Henri), Député de l'Ain, Président du conseil d'administration du Crédit lyonnais, 8, rue Murillo. — Paris. — F
Germain (Philippe), Directeur de l'agence du Comptoir d'escompte de Paris, 33, place Bellecour. — Lyon. — F
*Germer-Baillière, Libraire, Conseiller municipal, 108, boulevard Saint-Germain. — Paris. — F
Gessler (Charles de), au château du Chesnay-sur-Ecos (Eure).
*Giard, Professeur à la Faculté des sciences, 37, rue Colbert. — Lille. — R
Dr Gibert, 41, rue de Séry. — Le Havre. — R
*Gibrard (abbé), Professeur de Sciences physiques et naturelles. — Pléaux (Cantal).
Gibon, Ingénieur directeur des forges de Commentry. — Commentry (Allier).
*Giboc, Propriétaire, 91, rue Saint-Lazare. — Paris.
*Giffard (Henri), Ingénieur, 14, rue Marignan. — Paris.
Giffard (Émile), Pharmacien de première classe, place du Ralliement. — Angers.
*Dr Gilbert-Tirant, 6, rue Geoffroy. — Lyon.
Gillet (François), Teinturier, 9, quai de Serin. — Lyon.
Gillet-Paris, Ingénieur, 41, rue de la Reine. — Lyon.
Gillet fils aîné, Teinturier, 9, quai Serin. — Lyon. — F
*Gillot (Auguste), Ingénieur civil, 101, avenue de Villiers. — Paris.
*Ginoux de Fermon (comte), Député et Conseiller général de la Loire-Inférieure, 48, rue de Bourgogne. — Paris.
Dr Gintrac (Henri), Directeur de l'École de médecine. — Bordeaux. — R
*Girard (Ch.), Manufacturier, 20, rue des Écoles. — Paris. — F
Girard, Directeur de la Manufacture des tabacs. — Lyon. — R
*Girard père, 3, rue des Jeûneurs. — Paris.
Dr Girard, Conseiller général du Puy-de-Dôme. — Riom (Puy-de-Dôme).
*Girard (Joseph de), Professeur agrégé à la Faculté de médecine. — Montpellier.
*Girard (Mme Joseph de). — Montpellier.
*Girard de Rialle (Julien), ancien Préfet de la République, 64, rue de Clichy. — Paris.
Girardon, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 1, cours Lafayette. — Lyon.
*Giraud (Dominique), Négociant. — Saint-Peray (Ardèche).
Giraud (Louis). — Saint-Péray (Ardèche). — R
Giraudeau, Avocat, boulevard Delorme .— Nantes.
Dr Giraud-Teulon, Membre de l'Académie de médecine, 53, rue de Rome. — Paris.
Dr Girin, 24, rue de Lyon. — Lyon.
*Giroud, 27, rue des Petits-Hôtels. — Paris.
Glotin, ancien Officier de la marine, 11, rue de la Devèse. — Bordeaux.
Gobert, Pharmacien-Chimiste. — Montferrand (Puy-de-Dôme).
Dr Gobert (Emile), 2, rue de la Préfecture. — Mont-de-Marsan.
*Gobin, Ingénieur en chef du service municipal, 8, place Saint-Jean. — Lyon. — R
*Gobin (Mme), 8, place Saint-Jean. — Lyon.
Goblet, Chimiste. — Croix (Nord).
Godard (Camille), Négociant, 106, façade des Chartrons. — Bordeaux.
*Godchaux (Auguste), éditeur, 10, rue de la Douane. — Paris. — R
*Godefroy (abbé), Professeur de sciences au petit séminaire. — La Chapelle-Saint-Mesmin (Loiret).
Goffart. — Château de Burtin, par Nouan-le-Fuzelier (Loir-et-Cher)
*Dr Goldflam (Samuel). — Varsovie.
*Goldschmidt (Frédéric), 22, rue de l'Arcade. — Paris. — F
*Goldschmidt (Léopold), Banquier, 8, rue Murillo. — Paris. — F
*Goldschmidt (S.-H.), 33, boulevard Malesherbes. — Paris. — F
*Dr Goldschmidt. — Graffenstaden, près Strasbourg (Alsace).

*Gonet (Georges de), Percepteur des Contributions directes. — Saint-Fort-sur-Gironde.
Gonindard (abbé), Directeur de l'institution des Chartreux. — Lyon.
Gonnard (F.), Ingénieur des hospices, 54, quai Saint-Vincent. — Lyon.
Gordon (Richard), Bibliothécaire-adjoint, à l'École de médecine. — Montpellier.
Dr Gosse. — Genève.
Gosselet, Professeur à la Faculté des sciences, 18, rue d'Antin. — Lille.
Gosselin, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté de médecine, 81, rue Saint-Lazare — Paris.
Gouget, Archiviste du département. — Bordeaux.
*Dr Gouguenheim, Médecin des hôpitaux, 9, rue Neuve-des-Capucines. — Paris.
Goullin (Gustave), Vice-Consul de Belgique, 13, rue Gresset. — Nantes.
*Goumin (Félix), Propriétaire, 3, route de Toulouse. — Bordeaux. — **R**
Goumois (Just de), Négociant, 71, Grand'rue. — Besançon.
Gounouilhou, Imprimeur, 11, rue Guiraude. — Bordeaux. — **F**
Goupilleau, Président de la section d'agriculture de la Société académique, 3, rue Cambronne. — Nantes.
Gourdon (Camille), Professeur de l'école La Martinière. — Lyon.
*Gournerie (de la), Membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, 75, boulevard Saint-Michel. — Paris. — **R**
Goussard, Président de section au Conseil d'État. — Watten, près Saint-Omer.
Gousset, Inspecteur d'académie, 13, rue des Cadeniers. — Nantes.
*Dr Goyard (Gustave), 163, rue Saint-Honoré. — Paris.
Gozzadini (Comte J.), Sénateur du royaume d'Italie, ancien Président du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques. — Bologne (Italie).
Grad (Charles), Secrétaire du Comité de statistique de la Société industrielle de Mulhouse. — Logelbach (Alsace).
Granboulan, Inspecteur d'Académie, rue Clauzel. — Alger.
*Grancher, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Médecin des hôpitaux, 7, rue du Pont-Neuf. — Paris.
Grand'Eury, Ingénieur, rue de Paris. — Saint-Etienne.
*Grandidier, 14, rue de Berry. — Paris.
Grandville, Propriétaire. — Port-Saint-Père (Loire-Inférieure).
Grasset, Proviseur du Lycée. — Alger.
Grasset (J.), Agrégé à la Faculté de médecine, 6 rue Basse, — Montpellier.
*Gravelle, Pharmacien. — Nevers.
Gremailly, Directeur de l'hôtel de la Paix. — Bordeaux.
Grenier (O.), Ingénieur-Constructeur, de la maison veuve Chevalier-Grenier, 60, quai de Perrache. — Lyon.
Grenier, Pharmacien, 61, rue des Pénitents. — Le Havre.
*Grimaux, Professeur de chimie générale à l'Institut national agronomique, Répétiteur à l'École polytechnique, 104, rue d'Assas. — Paris.
*Groc, Directeur du service des eaux. — La Rochelle (Charente-Inférieure).
*Dr Grocler. — Ornans (Doubs).
Grognot (Léon), Fabricant de produits chimiques, usine du Foulon. — Près Dijon.
*Grolous, Ancien Élève de l'École polytechnique, 19, faubourg Saint-Eloi. — Choisy-le-Roi.
Gros (Camille), Professeur à l'École de médecine. — Alger.
Gros (Camille), Employé des lignes télégraphiques, Conseiller municipal, 24, rue Béteille. — Rodez.
Dr Gros-Gurin, Député de l'Ain. — Gex (Ain).
Gross, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, 17, quai Isabey. — Nancy.
Grossard (Hippolyte), Négociant. — Bordeaux.
*Grosseteste (William), Ingénieur, ancien Élève de l'École centrale, quai de la Suire. — Mulhouse.
Grottes (Comte Jules des), Conseiller général, 11, place Dauphine. — Bordeaux.
*Groult, Avocat, Docteur en droit, Fondateur des musées cantonaux. — Lisieux.
*Gruner, Inspecteur général des Mines, 84, rue d'Assas. — Paris. — **F**
*Guébhard, Ingénieur en chef au Chemin de fer de l'Est. — Rainey près Paris.
Dr Guébhard (Adrien), 45 *bis*, rue Perronet. — Neuilly (Seine).
Dr Guépin, rue Thiac. — Bordeaux.
Dr Guérin (Alphonse), Membre de l'Académie de médecine, 17, rue Jean-Goujon. — Paris. — **F**
*Guérin (Jules), Ingénieur civil, 106, boulevard Saint-Germain. — Paris.

*Guérin, Proviseur du lycée Blaise-Pascal. — Clermont-Ferrand.
*Guerne (J. de), Étudiant, 9, rue Lewarde. — Douai.
*Guerout, Préparateur au Muséum, 9, rue Champollion. — Paris.
Guestier (Daniel), Membre de la Chambre de commerce. — Bordeaux.
Guestier (Gaston), Propriétaire, 40, cours du Trente-Juillet. — Bordeaux.
Guizard, 7, rue du Rond-Point. — Montrouge (Seine).
*Guffroy (Paul), Industriel.
Guiard, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Corbeil.
Guiauchain, Architecte. — L'Agha (Province d'Alger).
*Guibbeteau (Émile), rue du Cir. — Saint-Jean-d'Angély (Charente-Inférieure).
Dr Guichard (A.), Professeur suppléant à l'Ecole de médecine d'Angers, 75, faubou Bressigny. — Angers.
*Guiche (marquis de la), 16, rue Matignon. — Paris. — F
*Guiet (Gustave), 95, avenue Montaigne. — Paris.
*Guieysse, Ingénieur hydrographe de la marine, 42, rue des Écoles. — Paris. — R
*Guignebert (Alfred), peintre sur métaux, 44, rue de Lancry. — Paris.
Dr Guillaud, Licencié ès sciences naturelles, 11, boulevard Henri IV, à Montpellier.
Guillaume (Léon). — Haraucourt-les-Forges (Ardennes).
Guillemet (Gabriel). — Fontenay-le-Comte (Vendée).
*Guillemin, Professeur de physique au Lycée, 18, rampe Vallée. — Alger.
Guillet, Président du Cercle des Beaux-Arts, 27, rue de Gigant. — Nantes.
Guillibert (Hippolyte), Avocat à la Cour d'Aix, 3, rue Saint-Claude. — Aix-en-Provence.
*Dr Guillon père, 25, rue Gaillon. — Paris.
*Guillotin, 76, rue de Lourmel. — Paris.
Guimet (Émile), Négociant, place de la Miséricorde. — Lyon. — F
Dr Guiraud. — Montauban.
*Gundelach (Charles), 2, rue de Bretagne. — Asnières.
*Gundelach (Emile), chez M. Em. Stéhelin. — Gisors.
*Guy, Négociant, 29, quai Valmy. — Paris. — R
*Guyerdet (A.), Attaché aux collections géologiques de l'École des Mines, 36, rue Gay Lussac. — Paris.
Guyot-Lavaline, Vice-Président du Conseil général du Puy-de-Dôme. — Clermont-Ferrand.
*Hachette et Cie, Libraires-Éditeurs, 79, boulevard Saint-Germain. — Paris. — F
*Hadamard (David), 14, rue Bleue. — Paris. — F
*Hallette (Albert), Fabricant de sucre. — Le Cateau (Nord).
Hallez (Paul), Pharmacien de 1re classe, 62, rue de Gand. — Lille.
*Hallopeau (P.-F.-A.), Inspecteur principal au chemin de fer de Lyon, Répétiteur à l'École centrale (Métallurgie), 3, rue de Lyon. — Paris.
*Dr Hallopeau, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 33, rue Neuve-Saint-Augustin. — Paris.
*Halphen (Constant), 11, rue Tilsitt. — Paris.
*Halphen (G.), Capitaine d'artillerie, Répétiteur à l'École polytechnique, 51, rue Sainte-Anne. — Paris.
Dr Hameau, Docteur en médecine. — Arcachon.
Hamoir (Fernand), Ingenieur des arts et manufactures, Directeur de la fabrique des produits chimiques. — Louvroil-les-Maubeuge (Nord).
*Dr Hamy, 129, boulevard Saint-Michel. — Paris.
*Hanappier (Mme), 57, rue du Jardin-Public. — Bordeaux.
Hanet-Cléry, Ingénieur en chef des Mines, 65, rue d'Amsterdam. — Paris.
*Hannonne (Gabriel), Préparateur de chimie et d'histoire naturelle à l'Ecole vétérinaire. — Alger.
*Harel, Négociant, 15, rue de la Comédie. — Le Havre.
Harembert (Armand), Propriétaire. — Verneuil (Eure).
*Haraucourt (C.), Professeur au Lycée. — Rouen.
*Hardy (E.), Chef des travaux chimiques de l'Académie de médecine, 1, rue Courty. — Paris.
Harlé, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Lure (Haute-Saône).
Harrisson (J. Park), Anthropologiste, 4, Saint-Martin-Place. — Londres.
*Haton de la Goupillière, Ingénieur des Mines, Examinateur d'admission à l'École polytechnique, 8, rue Garancière. — Paris. — F
*Hatt, Ingénieur hydrographe, 9, rue Madame. — Paris.
Hatscel, Négociant, 35, rue Hilaire-Colombel. — Le Havre.
Hauser, Négociant, 83, rue Tourneville. — Le Havre.

*Haussonville (comte d'), Membre de l'Académie française, 109, rue St-Dominique. — Paris. — F
Hautbrive (Georges d'). — Issoire (Puy-de-Dôme).
*Hayès, Pharmacien, 12, avenue de la Grande-Armée. — Paris.
*Dr Héarn (A. Williams), 36, rue des Ecuries-d'Artois. — Paris.
Hébert, Pharmacien. — Isigny (Calvados).
*Hecht (Etienne), Négociant, 19, rue Le Peletier. — Paris. — F
*Hedelin (Mme), 2, rue de Villiers. — Paris (Ternes).
*Hélot (Paul), Chirurgien en chef de l'hospice général de Rouen, rue Saint-Nicolas. — Rouen.
*Henninger, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, 13, rue Daguerre. — Paris.
*Henri-Lepaute (Paul), Constructeur d'horlogerie et de phares, 6, rue Lafayette. — Paris.
*Henri-Lapaute (Léon), Constructeur d'horlogerie et de phares, 6, rue Lafayette. — Paris.
Henriot (Edmond), 41, rue du Sentier. — Paris.
Henrivaux, Manufacture de glaces et produits chimiques. — Saint-Gobain (Aisne).
Dr Henrot (Adolphe). — Reims.
*Henrot (Jules), Président du Cercle pharmaceutique de la Marne, 75, rue Neuve. — Reims.
Dr Henrot (Henri), Professeur suppléant à l'École de médecine, 73, rue Neuve. — Reims.
Dr Henry, 39, rue de Béthune. — Lille.
Henry (Edmond), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 2. — Privas.
*Hentsch, Banquier, 20, rue Le Peletier. — Paris. — F
*Herbault-Nemours, Agent de change, 12, rue Port-Mahon. — Paris.
*Hérilier (Charles), 26, quai Jayr. — Lyon.
*Hermary, Capitaine d'artillerie, 10, rue Chabanais. — Paris.
Héron (Guillaume), Propriétaire, 2, rue Daleyrac. — Toulouse. — R
*Héron, 7, place de Tourny. — Bordeaux.
Hérouard (Jules), ancien Élève de l'École centrale, 23, rue Saint-André. — Saint-Quentin (Aisne).
Herrenschmidt, Négociant, 44, rue Bernardin-de-Saint-Pierre. — Le Havre.
*Herscher (Charles), Ingénieur civil, 42, rue du Chemin-Vert. — Paris.
*Hertzog (Mlle Elisa), 10, rue Demours. — Paris.
*Hervé-Mangon, Membre de l'Institut, 3, rue Saint-Dominique. — Paris.
Heuzey (Jules), fils. — Le Havre.
*Hillel frères, 31, rue Lafayette. — Paris. — F
Himely, Négociant, 38, rue de la Côte. — Havre.
*Hippeau (C.), Secrétaire du Comité des travaux historiques au Ministère de l'instruction publique, 8, rue de la Pompe. — Paris-Passy.
Hirsch, Architecte en chef de la ville, 17, rue Centrale. — Lyon.
*Hirsch, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 63, boulevard Suchet. — Paris (Auteuil).
*Hobl (J.), Fabricant de lunettes, 26, boulevard Voltaire. — Paris. — R
Hofmann (H.), Professeur de langue allemande, rue de Joinville, impasse Quesnay. — Le Havre.
Dr Hoggan (Mme Francès-Élisabeth), Membre des British Association for the Advancement of Science et British Medical Association, 13, Grandville place, Portman square. — Londres. W.
Dr Hoggan (George), Membre des British Association for the Advancement of Science et British Medical Association, 13, Grandville place, Portman square. — Londres. W.
Holstein (P.), Agent de change, 20, rue de Lyon. — Lyon.
*Horster, Professeur au collège de Soissons. — Soissons.
*Hottinguer, Banquier, 38, rue de Provence. — Paris. — F
*Houel, Ingénieur, 75, avenue des Champs-Élysées. — Paris. — F
*Houzé de l'Aulnoit (Alfred), Professeur à l'École de médecine. — Lille.
Houzé de l'Aulnoit, Avocat. — Lille.
*Hovelacque (Abel), Professeur à l'École d'anthropologie, conseiller municipal, 39, rue de l'Université. — Paris. — F
*Hovelacque-Gense, 2, rue Fléchier. — Paris. — R
*Hovelacque-Khnopff, 88, rue des Sablons. — Passy-Paris. — R
*Hovelacque-Mahy, 99, rue Royale. — Lille.
Hubert (Pierre), Industriel, 6, rue Scribe. — Nantes.
Huchon, Architecte, 33, rue Casimir-Périer. — Le Havre.
*Huet (Louis), Ingénieur chimiste, 11, Place de la Gare. — Lille (Nord).

Dr Huette. — Montargis.
Huguet. Professeur adjoint à l'École de médecine et de pharmacie. — Clermont-Ferrand.
*Hulot, Directeur de la fabrication des timbres postes, hôtel de la Monnaie. — Paris. — R
Humbert (G.), 45, rue Malesherbes, — Lyon. — R
Huré (L.), Ingénieur civil, 56, rue de la Tannerie. — Abbeville.
*Dr Hureau de Villeneuve, 95, rue Lafayette. — Paris. — F
*Hureau de Villeneuve (Mme), 95, rue Lafayette. — Paris.
*Hurt (E.), 24, avenue des Champs-Élysées. — Paris.
Husson, Maire de Viry-Châtillon. — Viry-Châtillon.
*Huyot. Ingénieur des Mines, Directeur de la Compagnie des chemins de fer du Midi, 10, rue du Cirque. — Paris. — F
Dr de Hysern (Joachim), ancien Professeur, Conseiller royal, Inspecteur général de l'instruction publique d'Espagne, 20, rue du Prado. — Madrid.
Dr Icard, Secrétaire général de la Société des sciences médicales, 48, rue de Lyon. — Lyon.
*Icard (J.), Pharmacien, 24, cours Belzunce. — Marseille.
*Illaret (A.), Vétérinaire. — Saint-Ferme, par Monségur (Gironde).
Iselin, Négociant, 51, rue de la Côte. — Havre.
*Issaurat, Publiciste, 98, boulevard Saint-Germain. — Paris.
*Izarn, Professeur de physique au Lycée. — Clermont-Ferrand.
Jablonski, Instituteur, 26, place d'Armes. — Poitiers.
*Jaccoud, Membre de l'Académie de médecine, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, 62, boulevard Haussmann. — Paris.
*Jackson (James), 13, avenue du Bois-de-Boulogne. — Paris. — R
Jacquet, Directeur de l'usine de la Voulte. — La Voulte (Ardèche).
*Jacquand (Antoine), Manufacturier, Président de la Société des sciences industrielles de Lyon, 3, quai de la Pêcherie. — Lyon.
*Jacquemart (Frédéric), 58, Faubourg-Poissonnière. — Paris. — F
*Jallard, Pharmacien, 526, rue Sainte-Anne.— Narbonne.
Jallard (Justin), Avocat, Juge de paix suppléant. — Narbonne.
Jallande-Crouville. Propriétaire, 11, rue des Cadeniers. — Nantes.
*Jameson (Conrad), Banquier, 38, rue de Provence. — Paris. — F
Jamin (Léon), Ingénieur, 96, rue de Rennes. — Nantes.
Janoot, Propriétaire, 7, rue Montée-des-Anges. — Lyon.
*Jannettaz (Édouard), Aide au Muséum, Directeur-adjoint du laboratoire de minéralogie à l'École des hautes études, 9, rue Linnée. — Paris.
*Janssen, Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire physique. — Meudon (Seine-et-Oise).
*Jacquiné, Inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées. — Nancy.
Jarmain (Georges), Chimiste. — Huddersfield (Angleterre).
Jaumes. Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Montpellier. — Montpellier.
Jaumes (J.), 5, rue Sainte-Croix. — Montpellier.
*Dr Javal, 58, rue de Grenelle-Saint-Germain. — Paris. — R
*Dr Jean, ancien interne des hôpitaux de Paris, 66, rue d'Alésia. — Paris.
Jeanjean, Professeur à l'École de pharmacie. — Montpellier.
Dr Jeannin (O.). — Montceaux-les-Mines (Saône-et-Loire).
*Jennepin, Chef d'institution. — Coulsore (Nord).
Dr J.-Moure (E.), 7, rue Corneille. — Paris.
*Joanne (Ad.), Président du Club Alpin français, 20, rue de Vaugirard. — Paris.
Dr Jobert, Professeur à la faculté des sciences. — Dijon.
Johannot (H.), Fabricant de papiers. — Annonay (Ardèche).
Johnston (H.), Négociant, 25, rue Vauban. — Bordeaux.
Johnston (Nathaniel), ancien Député, pavé des Chartrons. — Bordeaux. — F
*Jolly (Léopold), Pharmacien, 64, faubourg Poissonnière. — Paris.
Joly, Ingenieur des Ponts et Chaussées, 19, rue Colbert. — Nantes.
*Joly (Charles), Vice-Président de la Société centrale d'horticulture de France. 11, rue Boissy-d'Anglas. — Paris.
*Dr Joly (Nicolas), Correspondant de l'Institut, Professeur à la Faculté des sciences. — Toulouse.
*Jolly de Boissel, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — Bordeaux.
*Jones (Charles), chez M. R. P. Jones, 14, boulevard Malesherbes. — Paris. — R

*Jonquières (de), Contre-amiral, 71, rue Madame. — Paris.
Jordan (A.), Professeur, 40, rue de l'Arbre-Sec. — Lyon. — R
*Jordan (Camille), Ingénieur des Mines, Professeur à l'École polytechnique, 66, rue de Rennes. — Paris. — R
*Dr Jorissenne, Membre de la Société de géologie de Belgique et de la Société malacologique. — Liége (Belgique).
*Jouanny (Georges), Fabricant de papiers peints, 70, faubourg du Temple. — Paris.
Joubert (A). Pharmacien de 1re classe. — Rochefort.
Jouet (Daniel), Élève à l'Institut national agronomique, 27, cours du Jardin-Public. — Bordeaux.
*Jouffroy (Ch.), 1, rue Childebert. — Lyon.
*Joulie, Pharmacien à la Maison municipale de Santé, 200, faubourg Saint-Denis. — Paris.
Dr Jouon, 23, rue du Moulin. — Nantes.
*Jourdan (Adolphe), Libraire éditeur, 4, place du Gouvernement. — Alger.
Dr Jourdanet, 1, rue de Berry. — Paris. — F
Jourdanne, Pharmacien, 52, quai de la Fosse. — Nantes.
*Jourdin, Chimiste, Inspecteur des établissements insalubres, 3, boulevard de Belleville. — Paris.
*Jousset de Bellesme, Professeur de physiologie à l'École de médecine de Nantes, ex-Professeur à l'École Turgot, 12, rue Chanoinesse. — Paris.
Joy (Ch. A.), ancien professeur de chimie, 117, East 70 street. — New-York.
Joyau, Professeur de philosophie au Lycée de Limoges. — Limoges.
*Juglard (Mme J.), 1. rue Lavoisier. — Paris.
Julien, Professeur de géologie à la Faculté des sciences. — Clermont-Ferrand
Jullien, Ingénieur des Pon s et Chaussées. — Carcassonne (Aude).
*Jullien (Jean), Chimiste, 2. rue de l'Université. — Paris.
*Dr Jullien, 3, rue des Trois-Enfants. — Lyon.
*Jungfleisch, Professeur à l'École supérieure de Pharmacie, 38, rue des Écoles. — Paris. — R
Jusselin, Propriétaire, 8, rue Madame Lafayette. — Le Havre.
Juteau. Négociant, 6, rue de Bourgogne. — Le Havre.
Juvanon, Professeur au Lycée, 1, rue Papin. — Alger.
*Kann, Banquier, 58, avenue du Bois-de-Boulogne. — Paris. — F
*Dr Keller (Th.), 114, rue de Morny. — Paris.
Kerdyck, Négociant, 33, boulevard François Ier. — Le Havre.
Dr Kirchberg, Professeur suppléant à l'École de médecine, 1. rue Basse-du-Château. — Nantes.
*Kirmisson, Aide d'anatomie à la Faculté de médecine, 38, rue Monge. — Paris.
*Klipffel (Auguste), Négociant. — Béziers.
Dr Kloz, 36, cours de Tourny. — Bordeaux.
*Kœchlin (Jules), avenue Ruysdaël, 4 (parc Monceaux). — Paris. — R
*Kœchlin (Émile), 69, boulevard Saint-Michel. — Paris.
*Kœnig (Théodore), Rentier, 21, rue de Vaugirard. — Paris.
Dr Kohn, 39, rue de la Chaussée-d'Antin. — Paris.
*Dr Kohn (Arthur), 4, rue Lavoisier. — Paris.
*Königswarter (Antoine), 60, rue de la Chaussée-d'Antin. — Paris — F
Korosi (Joseph), Directeur du bureau municipal de statistique, Membre de la Commission internationale de statistique. — Budapest (Autriche-Hongrie).
*Koszutski, Capitaine d'État major, au dépôt de la guerre. — Paris.
*Kovalski, Professeur à l'École supérieure de commerce et d'industrie, 18, rue Ravez. — Bordeaux.
*Kownacki (A.) Directeur associé de l'institution Mary, 10, rue de Neuilly. — Clichy (Seine).
*Krafft (Eugène), Professeur de mathématiques, au Lycée. — Périgueux.
*Krantz, Sénateur, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, commissaire général de l'Exposition universelle, 40, avenue Duquesne. — Paris. — F
Kübler (Gustave), négociant. — Altkirch (Haut-Rhin) Alsace.
Kuhlmann (Frédéric), Correspondant de l'Institut. — Lille. — F
Kuhlmann fils, 4, rue du Maire. — Lille. — R
Kunholtz-Lordat, rue Saint-Guillaume. — Montpellier.
Kuppenheim (J.), Négociant, Membre du conseil des hospices, 26, quai Saint-Antoine. — Lyon. — F

Labadie (F.), Instituteur. — Espiens, par Nérac.
*Labat (A.), Professeur à l'école vétérinaire de Toulouse. — Toulouse.
*Dr Labbé, 28, rue Jacob. — Paris.
*Dr Laborde, Directeur adjoint du laboratoire de physiologie de la Faculté de médecine, 15, rue de l'Ecole-de-Médecine. — Paris.
*Labrucheur (L.), Pharmacien, rue des Missions. — Paris.
Labrunie, Négociant, 49, pavé des Chartrons. — Bordeaux. — R
*Lacassagne, Professeur agrégé au Val-de-Grâce, 30, rue d'Ulm. — Paris.
*Lacaze-Duthiers (de), Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des sciences, 7, rue de la Vieille-Estrapade. — Paris.
Lachaize (Laurent), Peintre-Verrier. — Rodez.
Dr Lacraud. — Lugon (Gironde).
Lacretelle, Ingénieur. — Bois-d'Oingt (Rhône). — R
Lacroix, Propriétaire. — Saint-Loubès (Gironde).
*Lacroix, Chimiste, 186, avenue Parmentier. — Paris.
Dr Ladreit de la Charrière, Médecin de l'Asile des sourds-muets, 1, rue Bonaparte. — Paris.
*Ladureau, Directeur du laboratoire de l'État et de la Station agronomique du Nord. — Lille.
*Ladureau (Madame Albert), 14, rue des Jardins. — Lille.
Laennec, Directeur de l'École de médecine, 13, boulevard Delorme. — Nantes. — R
*Lafargue (Georges), Sous-Préfet. — Oloron.
Laforge, Industriel. — Manufacture de Laprade, par Aubeterre (Charente).
Dr Lafaurie, 25, rue de Joinville. — Le Havre.
*Dr Lafitte, Médecin consultant. — Coutras (Gironde).
*Laffitte (Paul), 6, rue Castellane. — Paris.
*Lafitte, Négociant, 21, rue Meslay. — Paris.
Lafon, Professeur à la Faculté des sciences, 2, place Louis XVI. — Lyon.
Lafont (Georges), Architecte, 17, rue Rosière. — Nantes.
Lafont (Jules), Propriétaire, 38, rue Saint-Jacques. — Le Puy-en-Velay.
*Dr Lagneau (Gustave), Membre de l'Académie de médecine, 38, rue de la Chaussée-d'Antin. — Paris. — F
*Lagneau (Mme), 38, rue de la Chaussée-d'Antin. — Paris.
Dr Lagout, — Aigueperse (Puy-de-Dôme).
*Lagrave, Magistrat, 27, cours de l'Intendance. — Bordeaux.
*Lagrené (de), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — Mantes (Seine-et-Oise).
Lagrolet, Négociant, 124, cours d'Alsace-Lorraine. — Bordeaux.
Dr Lajens (Th.), 49, cours du Jardin-Public. — Bordeaux.
Dr Lailler, 22, rue Caumartin. — Paris.
*Lair (le comte Charles de), 18, rue Las Cases. — Paris.
Laire (G. de), 92, rue Saint-Charles. — Paris.
*Laisant, Député de la Loire-Inférieure, 16, avenue de Villiers. — Paris.
*Lalande (de), 22, rue d'Enfer. — Paris.
Lalande (Jérome de), Avoué. — Rodez (Aveyron).
Lalande (Armand), Négociant, 84, quai des Chartrons. — Bordeaux. — F
Lalanne, 23, rue Doidy. — Bordeaux.
Lalanne, Propriétaire. — Castillon (Gironde).
*Lalanne, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, 28, rue des Saints-Pères. — Paris.
Laleman, Propriétaire, 25, rue du Fossart. — Valenciennes.
*Dr Lalesque (Jules). — La Teste (Gironde).
*Lallemand (A.), Doyen de la Faculté des sciences. — Poitiers.
Lallemant, Lieutenant-colonel du génie, 74, rue du Champ-de-Foire. — Le Havre.
Dr Lallement (Ed.), Professeur suppl. à l'École de Nancy, 28, rue St-Dizier. — Nancy.
Lallié (Alfred), Avocat, 11, avenue Camus. — Nantes. — R
Lalouette, Directeur de *l'Omnium*, 13, rue de Lyon. — Lyon.
*Lamé-Fleury, Conseiller d'État, Ingénieur en chef des Mines, secrétaire du Conseil général des Mines, 62, rue de Verneuil. — Paris. — F
Lamic (J.), Pharmacien, 8, place des Capucins. — Bordeaux.
*Lamotte (Martial), Directeur du Jardin botanique. — Clermont-Ferrand.
*Lamotte (Louis), 15, rue de l'Eclache. — Clermont-Ferrand.
*Lamoureux, Imprimeur en taille-douce, 38, rue Lacépède. — Paris.
Lamoureux, Chef de bataillon en retraite, 186, boulevard de Strasbourg. — Le Havre.

*Lamy (Ernest), 83, rue Taitbout. — Paris. — F
*Lamy (Ed.), Élève à l'École centrale, 77, boulevard Saint-Michel. — Paris.
*Lan, Ingénieur en chef des Mines, Directeur des Forges de Châtillon et de Commentry, 3, rue du Regard. — Paris. — F
*Lancelin (Jean-Baptiste), Ingénieur en chef, adjoint au Directeur de la Compagnie des chemins de fer du Midi, 27, rue Godot-de-Mauroy. — Paris.
*Lancereaux, Membre de l'Académie de médecine, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 3, rue Saint-Arnaud. — Paris.
Landa, Rédacteur du *Progrès de Saône-et-Loire*. — Châlon-sur-Saône (Saône-et-Loire).
Landard, Sous-Préfet. — Marmande.
Dr Lande, Chef interne de l'hôpital Saint-André, rue Vital-Carles. — Bordeaux.
*Dr Landowski, 31, rue Chaptal. — Paris.
Landrieu, Négociant, 100, rue de Paris. — Le Havre.
*Landrin, Chimiste, 10, rue de Lancry. — Paris.
Landron, Pharmacien. — Dunkerque.
*Dr Lanessan (de), Professeur agrégé à la Faculté de médecine, conseiller municipal, 13, rue des Halles. — Paris.
Lang, Directeur de la Société d'enseignement professionnel, 7, rue des Marronniers. — Lyon.
Langer (Edouard), Négociant, rue Marie-Talbot. — Le Havre (Sainte-Adresse).
Langer (Paul), Négociant, 116, rue Saint-Thibault. — Le Havre.
*Langlet (Mme), 67, rue de Venise. — Reims.
*Dr Langlet, 67, rue de Venise. — Reims.
Lanoire (Albert), 8, rue Hustin. — Bordeaux.
*Dr Lantier (E.), à Corbigny (Nièvre). — R
Lanusse fils, Négociant, 13, rue du Temple. — Bordeaux.
Lapeyrière (Gabriel de), Propriétaire, château de Riencazé par Saint-Gaudens (Haute-Garonne).
Laporte, Professeur du cours municipal de géométrie et de mécanique, 71, rue Mouneyra. — Bordeaux.
Laporte (Maurice), Négociant. — Jarnac (Charente).
*Lapparent (de), Ingénieur des mines, 3, rue de Tilsitt. — Paris. — F
Dr Larauza, Médecin en chef des Thermes. — Dax (Landes).
*Laroche (Félix), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 118, avenue des Champs-Élysées. — Paris. — R
*Laroche (Mme Félix), 118, avenue des Champs-Élysées. — Paris. — R
*La Roche-Tolay (H. de), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — Bordeaux.
Laroque, Professeur de mathématiques spéciales au lycée, rue Malherbe. — Nantes.
Dr Laroyenne, Chirurgien en chef de la Charité, chargé de clinique complémentaire à la Faculté de médecine de Lyon, 110, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Lyon.
Laroze (Alfred), Avocat, 17, rue Montméjan. — Bordeaux.
Laroze (Numa), Négociant, 18, quai des Chartrons. — Bordeaux.
Larré, Avoué, rue Vital-Carles. — Bordeaux.
Larrey, Négociant industriel, 50, quai de la Fosse. — Nantes.
*Larrey (le baron), Membre de l'Institut et de l'Académie de médecine, Député des Hautes-Pyrénées, 91, rue de Lille. — Paris. — F
Larronde (E.), Conseiller municipal, 9 rue Vauban. — Bordeaux.
Lartet, Docteur ès sciences, chargé de cours à la Faculté des Sciences. — Toulouse.
Lataste, Maire de Libourne. — Libourne.
*Lataste, Répétiteur à l'école des hautes études, 67, rue Monge. — Paris.
Latham (Ed.), Négociant, 41, rue de la Côte. — Le Havre.
Latham (Lionel), 9, rue Escarpée. — Le Havre. — R
Laubenheimer, Brasseur. — Nérac
Laubenheimer (Mme). — Nérac.
Laumer (de Saint-), ancien Maire. — Chartres (Eure-et-Loir).
Lauras, Pharmacien, 23, rue d'Isly. — Alger.
*Laurencel (le comte de), 26, rue des Écoles. — Paris —. F
*Laurencel (E.), ancien Pharmacien, 134, rue de Paris. — Vincennes.
Laurent, Directeur de la fabrique de produits chimiques. — Loos près Lille.
*Laurent, Négociant, cours de l'Intendance. — Bordeaux.
Laurent (de Saint-), Avocat, 68, rue David-Johnston. — Bordeaux.

*Laurière (de), Secrétaire général de la Société française d'archéologie, 15, rue de Saints-Pères. — Paris.

*Laussedat, Colonel du génie, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, 15, rue Vanneau. — Paris. — **R**

Dr Laussedat (Henri). — Moulins (Allier).

*Lauth (Ch.). Membre du Conseil municipal, Chimiste, 2, rue de Fleurus.— Paris.— **F**

*Lavalley (Étienne), Propriétaire, 6, rue de Rome. — Paris.

*Lavalley, Ingénieur, 18, rue Murillo. — Paris. — **R**

Lavollée, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 50, boulevard de Strasbourg. — Paris.

Lawrence-Smith, Président du Congrès scientifique américain. — Louisville (Kentucky, United States.)

Lawton (William), Négociant, Pavé-des-Chartrons. — Bordeaux.

*Lax, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 17, rue Joubert. — Paris.

*Lebaigue (Eug.), Chimiste, 171, rue Vieille-du-Temple. — Paris.

*Lebeault (P.), 53, rue Réaumur. — Paris.

Le Blanc (Victor), Négociant, rue de Vertou. — Nantes.

*Le Blanc (Félix), Professeur à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, 9, rue Vieille-Estrapade. — Paris.

*Leblanc (René), Professeur de chimie. — Reims.

*Dr Le Blanc (F.), Préparateur des cours de thérapeutique à la Faculté de Paris, 5, place Pereire. — Paris.

Dr Le Blaye (J.), 9, cours de Gourgues. — Bordeaux.

*Dr Le Blond (A.), Médecin-adjoint de Saint-Lazare, 9, rue de Mulhouse. — Paris.

*Dr Le Bon, 29, rue de la Ferme-des-Mathurins. — Paris.

*Lebon (Ernest), Agrégé de l'Université, chef des travaux graphiques au lycée Charlemagne, 11, rue des Feuillantines. — Paris.

*Lebouteux (E.), Teinturier en soie, 17, rue Basse-des-Ursins. — Paris.

*Le Bouvier, Entrepreneur, au Pont-Rouge. — Rochefort.

*Le Bouvier (Mme), au Pont-Rouge. — Rochefort (Charente-Inférieure).

*Lebret (Paul), 148, boulevard Haussmann. — Paris. — **R**

Lebrun, Entrepreneur de travaux, 7, rue Caligny. — Le Havre.

*Dr Lecadre (A.), 13, rue Fontenelle. — Le Havre.

*Lecadre (Mme), 13, rue Fontenelle. — Le Havre.

*Lecanu, Professeur de chimie au collège Chaptal, 37, rue Saint-Pétersbourg. — Paris.

Lechat (Charles), maire de Nantes, place Launay. — Nantes. — **R**

*Le Chatelier (Henry), Ingénieur des Mines, 33, rue du Cherche-Midi. — Paris.

Lechevallier (Ernest), Étudiant. — Chanu (Orne).

*Le Cler (Achille), Ingénieur civil, Maire de Bouin (Vendée), 47, rue Bonaparte. — Paris.

Dr Leclerc (Alfred). — Rouillac (Charente).

Dr Le Clerc (J.-B.), 12, rue Ratisbonne. — Lille.

Lecomte-Bruère. — Mousseaux, près Romorantin (Loir-et-Cher).

*Lecomte, Ingénieur civil des Mines, 49, rue Laffitte. — Paris. — **F**

Lecoq de Boisbaudran, Correspondant de l'Institut, Négociant. — Cognac. — **F**

Dr Lécuyer (H.). — Beaurieux (Aisne).

*Ledanois, ancien Référendaire au Sceau, 14, rue de Maubeuge. — Paris.

*Le Dentu, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, chirurgien des hôpitaux, 49, rue Labruyère. — Paris.

*Ledoux (Samuel), Négociant, 29, quai de Bourgogne. — Bordeaux.

Ledru, Professeur à l'École de médecine. — Clermont-Ferrand.

Ledru, Architecte, Président de la Commission départementale. — Clermont-Ferrand.

*Leduc (H.), 28, rue Larochefoucauld. — Paris.

Dr Leenhardt (René). — Montpellier.

*Leenhardt (Frantz), Professeur à la Faculté. — Montauban (Tarn-et-Garonne).

Lefebvre (Jules), Agrégé de l'Université, Professeur au Lycée. — Nancy.

Dr Lefeuvre, 20, rue du Calvaire. — Nantes.

Dr Lefèvre, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Abbeville (Somme).

*Lefèvre, 45, rue Richelieu. — Paris.

*Lefort (Jules), Membre de l'Académie de médecine, 87, rue Neuve-des-Petits-Champs. — Paris.

*Lefort (Joseph), Avocat à la Cour d'appel, 44, rue Lafayette. — Paris

*Lefort (Mme J.), 44, rue Lafayette. — Paris.

*Lefort (Pierre), Étudiant en droit, 21, boulevard Rochechouart. — Paris.

*Lefort (Gustave), 87, rue Neuve-des-Petits-Champs. — Paris.
*Le Fort (Léon), Membre de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté de médecine, 96, rue de la Victoire. — Paris. — **F**
Lefranc (Edmond), 14, quai Louis XVIII. — Bordeaux.
Dr Le Gendre, 103, rue Porte-Dijeaux. — Bordeaux.
*Léger (Léopold), Ingénieur civil, 2, rue Juba. — Alger.
*Léger (Alfred), Ingénieur, 28, rue Bourbon. — Lyon.
Legrand, Négociant, 3 et 5, rue Naude. — Le Havre.
Legris (Georges), Ingénieur mécanicien. — Maromme (Seine-Inférieure).
Legris (Edouard), Ingénieur mécanicien. — Maromme (Seine-Inférieure).
*Leguay (Louis), Architecte expert, 3, rue de la Sainte-Chapelle. — Paris.
*Le Jolis. — Cherbourg.
Le Lasseur, 120, rue de Paris. — Nantes.
*Leloir, Interne des Hôpitaux, 17, rue Monge. — Paris.
*Dr Lelorain, 16, rue Monge. — Paris.
Lemarchand (Abel), Constructeur de navires, 29, rue du Perrey. — Le Havre.
*Le Marchand (Augustin), Ingénieur géologue. — Les Chartreux, Petit-Quevilly, près Rouen. — **F**
*Lemarié (Eugène), Naturaliste. — Saint-Jean-d'Angély (Charente-Inf.).
Lemercier (Comte Anatole), Maire de Saintes. — Saintes (Charente-Inférieure).
Lemerre (A.), Editeur, 27-31, Passage Choiseul. — Paris.
Le Mesle (G.), Géologue, 6, rue du Grain-d'Or. — Blois.
*Lemeunier (J.-H.), Avocat à la cour d'appel, 79, boulevard Beaumarchais. — Paris.
*Lemoine (Émile), Ingénieur civil, ancien Élève de l'École polytechnique, 55, rue du Cherche-Midi. — Paris.
*Lemoine (G.), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 76, rue d'Assas. — Paris.
*Le Monnier, Professeur de botanique à la Faculté des sciences, 5, rue de la Pépinière. — Nancy. — **R**
*Lemut, Ingénieur civil, 6, rue de l'Entrepôt. — Nantes.
Leneveu (Ernest), Ingénieur civil, 41, chaussée de la Madeleine. — Nantes.
*Lennier (G.), Directeur du Musée d'histoire naturelle, 2, rue Bernardin-de-Saint-Pierre. — Havre.
Lenoir, Négociant, Membre du Conseil municipal, 9, cours d'Alsace-Lorraine. — Bordeaux.
Lenoir (Léon), Architecte, 11, rue Contrescarpe. — Nantes.
Dr Léon, Professeur à l'École de médecine navale. — Rochefort.
Léon (Adrien), Député de la Gironde, 5, rue Foy. — Bordeaux.
Léon (Alexandre), Administrateur de la Compagnie du Midi, Armateur, 11, cours du Chapeau-Rouge. — Bordeaux.
Léon (Anselme), Négociant, 22, rue Fondaudège. — Bordeaux.
Dr Léon-Dufour (A.). — Saint-Sever-sur-Adour (Landes).
*Lepine, Professeur à la Faculté de médecine de Lyon. — Lyon. — **R**
*Lequeux (J.), Architecte, 1, rue de Beaune. — Paris.
Leroux, Capitaine au 81e de ligne. — Rodez (Aveyron).
Leroux, Conseiller général de la Loire-Inférieure. — Saint-Julien-de-Vouvantes (Loire-Inférieure).
*Dr Leroux (Armand). — Ligny-le-Châtel (Yonne).
*Le Roux (Henri), Chef du Cabinet du Préfet de la Seine, au Luxembourg. — Paris.
Leroy, Pharmacien, 137, rue de Paris. — Le Havre.
*Dr Lescardé, 11, rue du Blanc-Pignon. — Arras.
Lescarret, Président de la Société philomathique, rue Montméjan. — Bordeaux.
Lesmarie (Abbé), Professeur. — Pléaux (Cantal).
Lesmaris, Notaire, 23, rue Pascal. — Clermont-Ferrand.
Lesnier (Frédéric), Conseiller général de la Gironde. — Carbon-Blanc (Gironde).
*Lespiault, Professeur à la Faculté des sciences, rue Michel-Montaigne. — Bordeaux. — **R**
Lespiault (Maurice), Conservateur du musée. — Nérac.
*Lesseps (Ferdinand de), Membre de l'Institut, Président-Fondateur de la Compagnie universelle du canal maritime de l'Isthme de Suez, 9, rue Richepance. — Paris. — **F**
Lessert (Alex. de), 15, rue de Bordeaux. — Havre.
Lestrange (le vicomte de). — Saint-Julien, par Saint-Genis-de-Saintonge (Charente-Inférieure).

*Dr Lescar (Alfred). — Attigny (Ardennes).
Lescur (Maurice). — Attigny (Ardennes).
Letellier (A), Avocat défenseur, Conseiller général, 26, rue Duquesne. — Alger.
Dr Letessier. — Lormont-Bordeaux.
Letiévant (E.), Professeur Chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu, de Lyon, 16, place Bellecour. — Lyon.
*Dr Letourneau, 1, rue Ste-Catherine d'Enfer. — Paris.
Letourneux, Conseiller à la Cour d'appel. — Alexandrie (Égypte).
Letourneux, Président honoraire du Tribunal de Fontenay, 5, rue Jean-Jacques. — Nantes.
Letrange (Édouard), ancien Maire. — Charleville (Ardennes).
*Leudet, Directeur de l'École de médecine de Rouen, 49, boulevard Cauchoise. — Rouen. — F
*Leudet (Mme), 49. boulevard Cauchoise. — Rouen.
*Leudet (Ollivier), Étudiant, 49, boulevard Cauchoise. — Rouen.
*Leudet (Robert), Étudiant, 49. boulevard Cauchoise. — Rouen.
*Leullier (Louis), Manufacturier, ex-préparateur adjoint de chimie à l'École industrielle Lamartinière. — Châlon-sur-Saône.
*Levainville et Rambaud, Négociants, 16, rue du Parc-Royal. — Paris.
*Levasseur, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France, 26, rue Monsieur-le-Prince. — Paris. — R
*Lévi-Alvarès (Albert), Ingénieur civil, 20, rue de Lisbonne. — Paris.
Dr Levieux, Vice-président du Conseil d'hygiène et de salubrité de la Gironde. — Bordeaux.
*Lévy-Crémieux, Banquier. 34, rue de Châteaudun. — Paris. — F
*L'Hote, Chimiste. 19, boulevard Magenta. — Paris.
Lhuillier, Mathématicien. — Bourges.
Dr Liautaud, 35, rue Tubaneau. — Marseille.
Libaudière, 1, rue Duplessis. — Bordeaux.
*Liotty (Armand), Agent général de la compagnie d'assurances l'Union. — Clamecy (Nièvre).
*Liguine (V.), Professeur à l'Université. — Odessa (Russie).
Lilienthal, Membre de la Chambre de commerce, 13, quai de l'Est. — Lyon.
*Limousin (S.), Pharmacien, 2 bis, rue Blanche. — Paris.
*Limur (Comte de), Membre de la Société géologique de France, hôtel de Limur. — Vannes.
Linder, Ingénieur en chef des Mines, Directeur des études à l'École polytechnique. — Paris.
Lionnet, Courtier, Membre de la Société géologique de Normandie, 17, rue Escarpée. — Le Havre.
*Liouville, Député de la Meuse, Agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 3, quai Malaquais. — Paris.
*Lisbonne, Ingénieur de la Marine, 168, rue du Faubourg-Saint-Honoré. — Paris. — R
Lisbonne (Gaston), Avocat, 5, place du Palais. — Montpellier.
*Litaces, Ingénieur civil, 24, rue de Grenelle-Saint-Germain. — Paris.
*Dr Livon (Ch.), Professeur suppléant à l'École de médecine, 14, rue Peirier. — Marseille.
Locard (Arnould), Ingénieur civil, 59, rue de la Reine. — Lyon.
Locard, Membre de la Société d'agriculture, 59, rue de la Reine. — Lyon.
*Loize, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 16, rue de Berlin. — Paris. — F
*Dr Lœwenberg (de) Médecin auriste, 15, rue Auber. — Paris.
*Lœwy (Maurice), Astronome, Sous-Directeur de l'Observatoire, 6, rue Cassini. — Paris.
Loir, Professeur à la Faculté des sciences, 54, avenue de Noailles. — Lyon.
*Loisnel, Maire de Neufchâtel (Seine-Inférieure).
Lombard (Louis), Ingénieur civil, 4, rue Constantine. — Lyon.
*Longchamps (G. de), Professeur de mathématiques spéciales au collège Rollin, avenue Trudaine. — Paris. — R
Loncle, Directeur particulier de la Compagnie d'Assurances générales, 13, boulevard de la Liberté. — Lille.
Longhaye (Aug.), Négociant, 22, rue de Tournay. — Lille. — R
Lorderac, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Montargis.
*Dr Lordereau, ancien Interne des hôpitaux, 91, rue de Seine. — Paris.

LORENTI cadet, Secrétaire général de la Société d'agriculture, 22, cours Morand.— Lyon.
LORIEUX (Edmond), Ingénieur des Mines, 3 *bis*, rue Bonne-Louise. — Nantes.
*LORIN, Préparateur de chimie industrielle et de physique générale, Chef de manipulation de physique à l'École centrale des arts et manufactures, 1, rue des Coutures-Saint-Gervais. — Paris.
*LORIOL (P. DE), Géologue. — Fontenex, près Genève (Suisse).
*LORIOL (DE), Ingénieur civil, ancien Élève de l'École des Mines, 46, rue Centrale. — Lyon. — **R**
Dr LORTET, Doyen de la Faculté de médecine de Lyon, Directeur du Muséum d'histoire naturelle, 1, quai de la Guillotière. — Lyon. — **F**
LORY (Charles), Doyen de la Faculté des sciences. — Grenoble.
LOSTE, Notaire, 50, rue Ferrère. — Bordeaux.
*LOTTIN, Juge de paix. — Noyers (Loir-et-Cher).
LOTZ-BRISSONNEAU, Ingénieur civil, 86, quai de la Fosse. — Nantes.
*LOUER (Jacques), Brasseur, 20, rue d'Étretat. — Le Havre.
*LOUGNON (Cyr), Étudiant, 48, rue Gay-Lussac. — Paris.
*LOUGNON (Victor), 48, rue Gay-Lussac. — Paris.
LOYER (Henri), Filateur, 394, rue Notre-Dame. — Lille. — **R**
*LOYSON, Président honoraire en Cour d'appel, 42, rue Vaubécour. — Lyon.
*LUCAS (Edouard), Professeur au Lycée Charlemagne, 56, rue Monge. — Paris.
*LUCAS (Charles), Architecte, 8, boulevard Denain. — Paris.
*LUCAS-CHAMPIONNIÈRE, Chirurgien des hôpitaux, 50, faubourg Poissonnière. — Paris.
LUDRE-GABILLAUD fils, Avocat, rue Nationale. — La Châtre (Indre).
*LUGOL, Avocat, 11, rue de Téhéran (parc Monceaux). — Paris. — **F**
LUNEAU, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Arras.
*Dr LUNIER, Inspecteur général des asiles d'aliénés de France, 6, rue de l'Université. — Paris.
*LUTSCHER, Banquier, 43, rue La Bruyère. — Paris. — **F**
*LUUYT, Ingénieur en chef des Mines, 2, rue de la Chaussée-d'Antin. — Paris.
LUZE (DE) père, Négociant, rue et château Rivière. — Bordeaux. — **F**
*LYKIARDOPOULOS, 32, rue des Écoles. — Paris.
*MAAS, 15, rue de la Banque. — Paris. — **R**
MABIT, Professeur à l'École de médecine. — Bordeaux.
MACÉ, Professeur à l'École de médecine. — Rennes.
*MACQUART (H.), 103, rue des Capucins. — Reims.
MADELAINE, Inspecteur du service de la voie aux chemins de fer de l'Etat. — Saintes (Charente-Inférieure).
*MAES, Directeur de la Cristallerie de Clichy, 9, cour des Petites Écuries. — Paris.
*Dr MAGITOT, 8, rue des Saints-Pères. — Paris. — **F**
MAGNÉ, Négociant, 12, rue de Sèze. — Bordeaux.
MAHAUT, Négociant, rue de la Poissonnerie. — Nantes.
MAHIEU (Aug.), Filateur. — Armentières (Nord).
MAHMOUD-BEY, Directeur de l'Observatoire du Caire, Vice-Président de l'Institut Égyptien.— Alexandrie (Égypte).
MAHUE (Louis).— Anizy-le-Château (Aisne).
*MAHYER, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 5, rue de Babylone. — Paris. — **R**
MAILHO, Pharmacien, 9, cours des Fossés. — Bordeaux.
MAIRET, Constructeur mécanicien, 41, rue Centrale. — Lyon.
*MALÉZIEUX (E.), Ingénieur en chef, Secrétaire du *Conseil général des Ponts et Chaussées*, 108, rue du Bac. — Paris.
Dr MALHERBE père, Professeur à l'École de médecine, rue Affre.— Nantes.
MALINGRE, Ingénieur civil, rue Cervantès. — Madrid.
MALIVOIRE (Paul), 27, rue de l'Université. — Paris.
MALLARD, Entrepreneur de travaux publics, 21, rue Lemaistre. — Le Havre.
MALLAY (Émile), Architecte, Secrétaire de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts, 1, rue du Port. — Clermont-Ferrand.
*MALLET (F.), Négociant, 25, rue de l'Orangerie. — Le Havre.
*Dr MALLEZ, 6, rue du Vingt-Neuf-Juillet.—Paris.
MALVEZIN (Th.), 5, place Dauphine. — Bordeaux.
*MANÈS, Ingénieur civil, Directeur de l'Ecole supérieure de commerce et d'industrie, 20, rue Judaïque. — Bordeaux.
MANÈS (Mme), 20, rue Judaïque. — Bordeaux.
*MANGIN (A.), Directeur des constructions navales, 42, rue de Berry. — Paris. — **R**

Mangin, Lieutenant-colonel du Génie, 18, boulevard des Invalides. — Paris.
Mangini, Sénateur, rue des Archers. — Lyon. — **F**
*Manley, Professeur. — Oxford (Angleterre).
*Mannberger, Banquier, 59, rue de Provence. — Paris. — **F**
*Mannheim, Chef d'escadron d'artillerie, Professeur à l'École polytechnique, 11, rue de la Pompe. — Passy-Paris. — **F**
*Maquenne, Licencié ès sciences. — Grignon (Seine-et-Oise).
*Dr Marcé, 1, rue de l'Écluse.— Nantes.
Marchand (fils), Pharmacien. — Fécamp.
*Marchand (Eugène), Correspondant de l'Académie de médecine. — Fécamp (Seine-Inférieure).
*Marché (E.), Ingénieur civil, 4, rue Neuve-Fontaine. — Paris.
Marchegay, Ingénieur civil des Mines, 27, quai Tilsitt. — Lyon. — **R**
*Marcilly, Ingénieur des arts et manufactures, 160, faubourg St-Denis. — Paris.
Dr Marduel, 23, rue de Bourbon. — Lyon.
Maréchal, 25, rue du Manége. — Bordeaux.
Marès (Henri). — Montpellier. — **F**
Marès (Mme veuve), rue de la Salle-l'Évêque. — Montpellier.
*Dr Marès (Paul), 91, boulevard Saint-Michel. — Paris. — **R**
*Dr Marey, Membre de l'Institut, Professeur au Collége de France, 13, rue Duguay-Trouin.— Paris.
*Mariage (J.), Fabricant de sucre. — Thiant, par Denain (Nord).
*Mariage (Charles), Étudiant en droit. — Thiant par Denain (Nord).
*Mariage (Louis), Étudiant, 2, impasse des Brigittines. — Valenciennes.
Marical, Pharmacien, 112, rue de Paris. — Le Havre.
Marie, Avocat, 1, rue du Calvaire.— Nantes.
Marié-Davy, Astronome, Directeur de l'Observatoire de Montsouris. — Paris.
Marignier, Ingénieur civil.— Joze, par Maringues (Puy-de-Dôme).
Marignac (Charles), Professeur. — Genève (Suisse). — **R**
Marion (A.-F.), Professeur à la Faculté des sciences, 27, rue Dugommier.— Marseille.
*Marjolin, Chirurgien des hôpitaux, 16, rue Chaptal. — Paris. — **R**
Dr Marmisse, 49, rue Saint-Sernin. — Bordeaux.
Marnat, Négociant, 21, rue Centrale. — Lyon.
*Dr Marmottan, Député de la Seine, 31, rue Desbordes-Valmore. — Paris.
Marnas (J.-A.), 11, quai des Brotteaux. — Lyon.
*Marquet (Léon), Fabricant de produits chimiques, 15, rue Vieille-du-Temple. — Paris.
*Marsick (M.), 21, rue Albouy. — Paris.
*Marsy (comte Arthur de), Membre de la Commission centrale de la Société de géographie. — Compiègne (Oise).
Martel (Alexandre). — Château de Cassan, par Roujan (Hérault).
Dr Martel (Joannis), Chef de clinique à la Faculté de médecine, 32, rue Drouot.— Paris.
Martin (Albert), 7, rue du Puits-Gaillot. — Lyon.
*Martin (André), Étudiant en médecine, 1, rue Perdonnet. — Paris.
Martin (Ferdinand), 3, rue de la Cité. — Le Havre.
*Martin (William), Chargé d'affaires d'Hawaï, 13, avenue de la Reine-Hortense. — Paris. — **R**
*Martin (Henri), Sénateur, Membre de l'Académie française, 38, rue Vital. — Paris-Passy.
*Dr Martin (de), Secrétaire général de la Société médicale d'émulation de Montpellier, Membre correspondant pour l'Aude de la Société nationale d'agriculture de France, 22, boulevard du Jeu-de-Paume. — Montpellier. — **R**
*Dr Martin (Émile), Conseiller municipal, 41, rue de la Lyre. — Alger.
Martin-Barbet, Pharmacien, 21, cours de Tourny. — Bordeaux.
*Martinand (Virgile), Chimiste. — Salins de Giraud près Arles (Bouches-du-Rhône).
Martinet (Ludovic).— Château de la Roche, commune de Graçay (Cher).
Martinet (Émile), Imprimeur, 2, rue et hôtel Mignon. — Paris. — **F**
*Dr Martinez, 1, rue de la Marine. — Alger.
Martins (Charles), Professeur à la Faculté de médecine. — Montpellier.
Marveille (de), château de Calviac-Lasalle (Gard). — **F**
Marvillesse, Ingénieur des forges et chantiers de la Méditerranée, 27, place de l'Hôtel-de-Ville. — Le Havre.
Marx (Armand), Négociant, 18, rue du Calvaire. — Nantes.

Marx (Raoul), Négociant, 18, rue du Calvaire. — Nantes.
Marzac (Ferdinand), aîné, Négociant, 9, chai des Farines. — Bordeaux.
Marzac (Léo), Négociant, 9, chai des Farines. — Bordeaux.
*Mascart, Professeur au Collège de France, 60, rue de Grenelle. — Paris.
Masfrand, Pharmacien, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Aurillac (Cantal).
Masquelez, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Directeur des travaux municipaux, 128, rue Nationale. — Lille.
Masquelier (Em.), Négociant, 7, quai d'Orléans. — Le Havre.
Dr Massart. — Honfleur.
Masse (E.), Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Montpellier, Chef des travaux anatomiques, 6, rue Saint-Firmin.— Montpellier.
*Dr Massé. — Pellegrue (Gironde).
*Massénat (Élie).— Brive (Corrèze).
Masseron, Directeur des douanes, 38, quai de la Fosse. — Nantes.
Massip (Maurice), Licencié en droit, 30, rue de la Pomme. — Toulouse.
*Masson (Georges), Libraire de l'Académie de médecine, 120, boulevard Saint-Germain — Paris. — F
*Masson (Em.), Capitaine de frégate, 34, cité des Fleurs. — Paris.
Dr Masurel, 18, rue de la Barre.— Lille.
Masurel jeune, Inventeur mécanicien, 29, rue Inkermann. — Lille.
*Masurier (J.), Négociant, 16, rue d'Aumale. — Paris. — R
Matharel (de), Trésorier général. — Clermont-Ferrand.
Matheron (Philippe), Ingénieur civil, 86, rue Notre-Dame. — Marseille.
Mathias, Ingénieur de la traction au chemin de fer du Nord, 28, rue des Fossés. — Lille.
*Mathieu (Henry), Ingénieur en chef des chemins de fer du Midi, 26, rue Las Cases. — Paris.
Maufras (E.), Notaire. — Pons (Charente-Inférieure).
Mauguin, Libraire, Conseiller général. — Blidah (province d'Alger).
*Maunoir, Secrétaire général de la Société de géographie, 14, rue Jacob. — Paris.
*Dr Maunoury (Gabriel). — Chartres.
Dr Mauny. — Mortagne-sur-Gironde (Charente-Inférieure).
Maurel (Marc), Banquier, Conseiller municipal. — Bordeaux. — R
Maurel (Émile), Négociant, 7, rue d'Orléans. — Bordeaux. — R
*Dr Maurel, Médecin de 1re classe de la Marine, 26, rue Grande-Vallée. — Cherbourg.
*Mauxion, Externe des hôpitaux, 34, rue Saint-Jacques. — Paris.
*Maxwell-Lyte (F.), Ingénieur-Chimiste, 6, cité du Retiro, 30, faubourg Saint-Honoré. — Paris. — R
*Mayer, Négociant, 60, rue Godot-de-Mauroy. — Paris.
*Maze (abbé). — Harfleur.
*Méhu (Adolphe), Pharmacien de 1re classe, officier d'Académie. — Villefranche (Rhône).
Meigné, Ingénieur des arts et manufactures, Directeur propriétaire de l'usine à gaz. — Saintes (Charente-Inférieure).
*Meissas, 81, boulevard Saint-Germain. — Paris.
*Meissonier, Fabricant de produits chimiques, 5, rue Béranger. — Paris. — R
*Mekarski, Ingénieur civil, 96, avenue de Clichy. — Paris.
Mellac, notaire. — Nérac.
Mellac (André), Étudiant en droit. — Nérac.
Meller père, Négociant, 43, pavé des Chartrons. — Bordeaux.
*Mellerio, Élève de l'École des hautes études, 18, rue Neuve-des-Capucines. — Paris.
Mellinet, Propriétaire, 88, quai de la Fosse. — Nantes.
Menche de Loisne, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — Laon.
Mendelssohn (Maurice), Médecin de Varsovie, place du Marché. — Blidah (province d'Alger).
*Menier, Membre de la Chambre de commerce de Paris, député de Seine-et-Marne, 6, rue d'Enghien. — Paris. — F
*Mer (Émile), Garde général des Forêts, 1, avenue Duquesne. — Paris.
*Mercadier, Répétiteur à l'École polytechnique, 85, rue Legendre.— Paris.
Dr Mercier (Anatole). — Fontenay-le-Comte (Vendée).
Mercier (Gustave), Pharmacien, Conseiller général, 13, rue Bab-el-Oued. — Alger.
*Merget, Chargé de cours à la Faculté de médecine. — Bordeaux.
Merle de Massonneau (Antoine), Vice-Président du Comité agricole. — Nérac.
Merle (Henri). — Salindres (Gard). — F

*Merlet, Pharmacien, 26, rue Neuve-des-Petits-Champs. — Paris.
*Merlin, 110, rue Bonaparte. — Paris.
Merville (Jules), 1, rue de la Paix. — Le Havre.
Merville (Mme Jules), 1, rue de la Paix. — Le Havre.
Meschinet de Richemond (Louis-Marie), Archiviste de la Charente-Inférieure. Officier de l'instruction publique, correspondant du Ministère de l'instruction publique pour les travaux historiques, 23, rue Verdière. — La Rochelle.
Dr Mesnards (P. des), 186, sur le Cours. — Saintes (Charente-Inférieure).
Messimy. Notaire, 13, rue de Lyon. — Lyon.
Mestrezat, Négociant, Consul suisse, rue du Parlement. — Bordeaux.
Dr Métadier, allée d'Orléans. — Bordeaux.
*Dr Métivier (A.), 15, rue de la Mare. — Paris.
Mettel, Pharmacien, 20, rue de Normandie. — Le Havre.
Metzger, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Mantes (Seine-et-Oise).
Meunier (Fernand), ancien Élève de l'École de Grignon, engagé conditionnel au 121e de ligne. — Saint-Etienne (Loire).
*Meunier (J.), Avocat à la Cour d'appel, 83, rue Neuve-des-Petits-Champs. — Paris.
Dr Meunier (Valery). — Pau.
Meurdra (H.), Directeur de la Compagnie des Eaux du Havre, 91, rue de Montivilliers. — Le Havre.
*Meure, Pharmacien, 147, rue Notre-Dame. — Bordeaux.
Meurein, Pharmacien, 30, rue de Gand. — Lille.
*Dr Meyer (Edouard), 73, boulevard Haussmann. — Paris.
Meynard (J.-J.), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en retraite, 3, quai Saint-Clair. — Lyon. — **F**
Meyran (Octave), 39, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Lyon.
*Meyrieu (Benjamin), chez M. Pougès, 5, rue Saint-Aubin. — Toulouse.
Dr Micé, Professeur à l'École de médecine. — Bordeaux. — **R**
Micé (Louis), 79, rue Turenne. — Bordeaux.
*Michaud fils, Notaire. — Tonnay-Charente (Charente-Inférieure).
Michaut (Adrien), Administrateur adjoint des cristalleries de Baccarat. — Baccarat (Meurthe-et-Moselle).
Michel (Charles), Avoué, 23, cours de l'Intendance. — Bordeaux.
Micheli (Marc). — Château du Crest, près Genève (Suisse).
Dr Mignot, Lauréat de l'Institut. — Chantelle (Allier).
Dr Millet-Lacombe. — Miallet (Dordogne).
Millet-Lacombe (Mme). — Miallet (Dordogne).
*Dr Milliot (Benjamin), à l'Institut climatologique. — Hyères (Var).
*Millot (Arthur), Professeur à l'École nationale de Grignon, 11, rue Mazarine. — Grignon (Seine-et-Oise).
Milne-Edwards (Alphonse), Professeur de zoologie au Muséum et à l'École de pharmacie, rue Cuvier, au Muséum. — Paris. — **R**
Min-Barabraham, Banquier, 12, place Puy-Paulin. — Bordeaux.
Mirabaud (Paul), 29, rue Taitbout. — Paris. — **R**
Mirabaud, Banquier, 29, rue Taitbout. — Paris. — **F**
*Missonnier, Pharmacien. — Saint-Flour (Cantal).
Moinier, Avocat, Maire de Clermont-Ferrand. — Clermont-Ferrand.
Moitessier, Professeur à la Faculté de médecine. — Montpellier.
Molle (F.), Pharmacien. — Gannat (Allier).
Mollins (S. de), Ingénieur civil. — Croix (Nord).
Mollins (Jean de), Docteur ès sciences à l'Université de Zurich, maison Holden. — Croix près Roubaix (Nord).
*Momméja (Jules), Propriétaire, Membre de la Société française d'archéologie, faubourg Sapiac. — Montauban.
Moncany (de), Propriétaire, 52, rue des Remparts. — Bordeaux.
*Mondiet, Professeur au Lycée. — Mont-de-Marsan.
Mongeaud, Chef de section aux chemins de fer de l'État. — La Roche-sur-Yon.
*Mongellas (E.), Vice-président du Conseil général, 2, rue Blaudan. — Alger.
*Monjaret, percepteur. — Plouha (Côtes-du-Nord).
Dr Monnereau. — Saintes (Charente-Inférieure).
Monnet (G.), Pharmacien, place du Gouvernement, galerie Sarlande — Alger.
*Monod (Charles), Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 12, rue Cambacérès. — Paris. — **F**

*Dr Monod (Louis), 5, rue des Écuries-d'Artois. — Paris.
Montargis, chez M. Daymard, Ingénieur, 11, place de l'Hôtel-de-Ville. — Le Havre.
Montaut, Avocat. — Marmande (Lot-et-Garonne).
Montcourt, Professeur de mathématiques au lycée, 1, rue Pré-Nian. — Nantes.
Dr Montfort, Professeur à l'École de médecine, 19, rue Voltaire. — Nantes. — R
Mont-Louis, Imprimeur, 2, rue Barbançon. — Clermont-Ferrand. — R
Mony (C.). — Commentry (Allier). — F
*Morandière, Ingénieur de la Cie de l'Ouest, 27, rue Notre-Dame-des-Champs. — Paris.
*Dr Moreau (E.), 7, rue du Vingt-Neuf-Juillet. — Paris.
*Dr Moreau (Armand), Membre de l'Académie de médecine, 55, rue de Vaugirard. — Paris.
Moreau (Benjamin), Conseiller municipal, 52, rue de Rennes. — Nantes.
*Morel d'Arleux (Charles), Notaire, 28, rue de Rivoli. — Paris. — F
*Morges, Chef des travaux chimiques à l'École des hautes Études, 27, rue Saint-André-des-Arts, — Paris.
*Morière, Professeur à la Faculté des sciences. — Caen.
Moritz, Directeur de l'Observatoire. — Tiflis (Russie).
Dr Morlot, Docteur en médecine, 24, rue Saint-Philibert. — Dijon.
*Mortillet (Gabriel de), attaché au Musée des Antiquités nationales. — Saint-Germain-en-Laye. — R
*Dr Mory (Gustave), 5, rue Thomas. — Clermont-Ferrand.
*Dr Moser, 14, rue des Petits-Hôtels. — Paris.
Mosneron-Dupin, Président de la Société industrielle, 14, rue Voltaire. — Nantes.
*Mossé (Alp.), Interne des hôpitaux à l'hopital Lariboisière. — Paris.
Motelay (Léonce), Rentier, cours de Gourgues. — Bordeaux.
*Mouchez (contre-amiral), Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire, à l'Observatoire. — Paris.
Moulia, Négociant, 169, boulevard de Strasbourg. — Le Havre.
*Dr Mourgues. — Lassale (Gard).
Mourlan-Descudé, Propriétaire. — Nérac.
*Mousnier (Jules), Pharmacien. — Saujon (Charente-Inférieure).
Dr Moussous, 38, rue d'Aviau. — Bordeaux.
Moussous fils, 38, rue d'Aviau. — Bordeaux.
*Mulot, Industriel, 43, rue des Boulets. — Paris.
Mulsant, Président de la Société linnéenne, Correspondant de l'Institut, 25, quai Saint-Vincent. — Lyon.
*Murray, Économiste, Membre honoraire du Cobden-Club, 4, rue Drouot. — Paris.
*Mussat (E.), Professeur de botanique à l'École de Grignon, 11, boulevard Saint-Germain. — Paris.
*Nachet, Fabricant d'instruments de précision, 17, rue Saint-Séverin. — Paris.
*Nadaillac (marquis de), 13, rue d'Anjou Saint-Honoré. — Paris.
Dr Nadaud, médecin des hôpitaux. — Angoulême.
Namur-Boca (Mme Marie), rue de la Viewarde. — Valenciennes.
*Nansouty (le général de). — Bagnères-de-Bigorre.
*Nansouty (Max de), Ingénieur chimiste, 2, rue Saint-Martin. — Paris.
*Napoli (David), Chimiste aux chemins de l'Est, 15, rue Pigale. — Paris.
*Narjot de Toucy, Administrateur de la Compagnie du chemin de fer de Clermont à Tulle, 19, rue Tronchet. — Paris.
*Naville (J.), Chimiste. — Vernier, près Genève (Suisse).
Dr Négrié, Médecin des hôpitaux, cours Portal. — Bordeaux.
*Dr Nepveu, 24, rue d'Enghien. — Paris.
*Névrezé, Avocat, 11, rue de Sèvres. — Paris.
*Nicaise, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, médecin des hôpitaux, 37, boulevard Malesherbes. — Paris.
Dr Nicas. — Fontainebleau. — R
Nicodème, Ingénieur civil de la maison Lloyd et Lloyd, 38, Grande-Chaussée. — Lille.
*Nicolas, ancien Pharmacien. — Saint-Amand-Tallende (Puy-de-Dôme).
Nidelet (Urbain), Notaire, 14, rue Crébillon. — Nantes.
*Nivet, Ingénieur civil. — Echoisy par Luxé (Charente).
*Nivet (Mme). — Echoisy par Luxé (Charente).
*Nivet (V.), Professeur à l'École de médecine et de pharmacie. — Clermont-Ferrand.
Nivoit (Edmond), Ingénieur des Mines. — Mézières (Ardennes).
Noack, Ingénieur, 4, rue Constantine. — Lyon.
Noel, Négociant en bois du Nord, 85, cours de la République. — Le Havre.

NOEL (J.), Ingénieur civil au bassin à flot. — Bordeaux.
NŒTINGER (Théodore), Dessinateur au chemin de fer, 1, rue de la Révolution. — Alger.
NORMAND, Conseiller général de la Loire-Inférieure, 12, quai des Constructions. — Nantes. — R
NORMAND (A.), Constructeur de navires, 67, rue du Perrey. — Le Havre.
NOZOT (Ch.), Chimiste, 63, rue Mexico. — Le Havre.
*NOTTELLE, Secrétaire du Syndicat général des Chambres syndicales, Membre de la Société d'économie politique, 49, rue Réaumur. — Paris.
NOUGARET, Contrôleur du service de la voie aux chemins de fer de l'État. — Saintes (Charente-Inférieure).
*NOUVEL, Pharmacien de 1re classe. — Rodez (Aveyron).
*NOUVELLE (Georges), Ingénieur civil, 13, rue Mayet. — Paris.
NUGUES (A.), Raffineries de potasse et de soude. — Saint-Saulve, près Valenciennes (Nord).

OBERKAMPF (E.), Ministre du saint Évangile, 69, avenue de Saxe. — Lyon.
*ODIER, Directeur-Adjoint de la Caisse générale des familles, 4, rue de la Paix. — Paris. — R
ŒCHSNER DE CONINCK (William), 105, rue de Rennes. — Paris. — R
*OLIVIER (Ernest), Membre des Sociétés botanique et entomologique de France. — Moulins (Allier).
*OLIVIER DE LANDREVILLE, (Arsène), 112, boulevard Voltaire. — Paris.
OLLIER DE MARICHARD, Archéologue. — Vallon (Ardèche).
*OLLIER, Ex-Chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu de Lyon, Correspondant de l'Institut et de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté de médecine de Lyon, 5, quai de la Charité. — Lyon. — F
*OLLIVIER, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 5, rue de l'Université. Paris.
*OLLIVIER-BEAUREGARD (G.-M.), 55, rue des Saints-Pères. — Paris.
ONÉSIME (le frère), 24, montée Saint-Barthélemi. — Lyon.
*Dr ONIMUS, 7, place de la Madeleine. — Paris.
*OPPENHEIM frères, Banquiers, 11 *bis*, boulevard Haussmann. — Paris. — F
Dr ORÉ, Professeur à l'École de médecine, rue du Palais-de-Justice. — Bordeaux.
*ORIOLLE, Ingénieur de l'École centrale des arts et manufactures. — Nantes.
*ORSAT (H.), Négociant, 29, rue de la Victoire. — Paris.
ORTLIEB, Chimiste. — Croix, près Roubaix (Nord).
*PABST (Albert), 13, boulevard Saint-Germain. — Paris.
*PAGÈS DE POURCAYRÈS (baronne DE), née comtesse de Corneillan, 30, place de la Madeleine. — Paris.
*PAGNOUL, Professeur de chimie, Directeur de la Station agricole du Pas-de-Calais. — Arras.
PAIRE (L.), Pharmacien, Grande-Rue. — Au Côteau, près Roanne (Loire).
PAJOT, Directeur de l'Enregistrement, 14, rue Fontgiève. — Clermont-Ferrand.
PALLUAT (Alfred), Ingénieur civil. — A Hendaye.
PANCKOUCKE (Henri), Trésorier-payeur général. — Perpignan.
*PAPILLAUD (Mme). — Saujon (Charente-Inférieure).
*Dr PAQUELIN, 60, rue de Provence. — Paris.
*PAQUIER (J.-B.), Docteur ès lettres, Professeur d'histoire et de géographie au Lycée, 3, avenue de Saint-Cloud. — Versailles.
*PARENTEAU (Ludovic). — Siecq (Charente-Inférieure).
*PARENTEAU (Mme). — Siecq (Charente-Inférieure).
PARVIN, Membre de la Société d'astronomie, 16, boulevard Jourdan. — Paris.
PARIS (E.), Propriétaire des cristalleries et émailleries. — Au Bourget (Seine).
*PARISE, Professeur à l'École de médecine, 26, place des Bluets. — Lille. — R
*PARISSE (Eugène), Ingénieur des arts et manufactures, 49, rue Fontaine-au-Roi. — Paris.
PARMENTIER (général), Membre du Comité des fortifications, 5, rue du Cirque. — Paris. — R
*PARQUET (Mme), 22, rue de Douai. — Paris.
*PARQUET, 22, rue de Douai. — Paris.
*PARRAN, Ingénieur des Mines, Directeur des Mines de fer magnétique de Mokta-el-Hadid, 3, rue du Regard. — Paris. — F
*PARROT, Membre de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté de médecine, 15, quai Malaquais. — Paris. — F

Pascault, Avoué, 25, rue du Temple. — Bordeaux.
Dr Pasquet (A.). — Uzerches (Corrèze).
*Passy (Frédéric), Membre de l'Académie des sciences morales et politiques, 8, rue Labordère. — Neuilly-sur-Seine. — R
Passy (Paul-Edmond), Licencié ès lettres, 8, rue Labordère. — Neuilly (Seine). — R
*Pasteur, Membre de l'Institut, 45, rue d'Ulm. — Paris. — F
*Paul (Constantin), Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 48, rue de Luxembourg. — Paris.
*Payen, 44, rue de Châteaudun. — Paris.
*Peaucellier, Lieutenant-Colonel du génie, 45, rue Orbe. — Rouen
Péchiney (A.), Ingénieur chimiste. — Salindres (Gard).
*Pelawski (Stanislas). — Padzin, département de Siédlec (Pologne russe).
*Peligot, Membre de l'Institut, hôtel des Monnaies. — Paris.
*Peligot (Maurice), hôtel des Monnaies. — Paris.
Pellerin, Agrégé des Lycées, 9, rue Richebourg. — Nantes.
*Pellet (H.), Chimiste de la Compagnie Fives-Lille, 72, avenue de Rome. — Passy-Paris.
Pellet, Chargé de cours à la Faculté des sciences. — Clermont-Ferrand.
*Pelliot (Charles), Négociant, 26. rue du Roi-de-Sicile. — Paris.
*Penaud (Alph.), Membre de la Société Philomathique, 15, rue Clapeyron. — Paris.
*Penel, Capitaine d'état-major, 75, avenue de Neuilly. — Neuilly (Seine).
*Pennès (J.-A.), Produits chimiques et hygiéniques, 2, rue de Latran. — Paris. — R
Dr Pennetier, Directeur du Muséum d'histoire naturelle, Professeur à l'École de médecine, impasse de la Corderie, barrière Saint-Maur. — Rouen.
Penot (Achille), Directeur de l'École de commerce, 34, rue de la Charité. — Lyon.
Perard (Louis). — Liège (Belgique).
*Dr Pératé, 26, rue des Ecuries-d'Artois. — Paris.
*Perdrigeon, Agent de change, 178, rue Montmartre. — Paris. — F
*Pereire (Henry), 32, rue de la Ville-l'Evêque. — Paris. — R
*Pereire (Émile), 8, rue Murillo. — Paris. — R
*Pereire (Eugène), Administrateur de la Compagnie Transatlantique, 45, faubourg Saint-Honoré. — Paris. — R
*Dr Pereton. — Commentry (Allier).
Dr Perez (Victor). — Laguna-Ténériffe. — Ténériffe (îles Canaries).
Perez, Professeur à la Faculté des sciences. — Bordeaux. — R
*Perier (Louis). 21, rive de la Seine. — Issy (Seine).
Perot, Banquier, 51, rue Nationale. — Lille.
*Perot, Graveur, 10, rue de Nesle. — Paris. — R.
*Pérouse (Denis), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 104, boulevard Haussmann. — Paris.
Perrégaux (Louis), Manufacturier. — Jallieu (Isère).
Perret, Député du Rhône. — Collonge (Rhône).
*Perret (Émile), Pharmacien. — Moret-sur-Loing.
Perret (Auguste), Négociant, 49, quai Saint-Vincent. — Lyon.
*Perret (Michel), 38, avenue Gabriel. — Paris. — R.
Perret (Constant), Négociant, 23, quai d'Orléans. — Le Havre
Perricaud, Cultivateur. — La Balme (Isère). — R
Dr Perrichot, 5, rue de la Communauté. — Havre
*Perrier (Ch.). — Vallerangue (Gard).
*Perrier, Chef d'escadron d'état-major, Membre du bureau des longitudes, 106, rue du Bac. — Paris.
*Perrin (Jean), Licencié en droit, 16, rue Saint-Antoine-du-T. — Toulouse.
*Dr Perrin, Professeur au Val-de-Grâce, 51, rue Saint-Placide. — Paris.
*Perrot (Ernest), 7, rue du Lycée. — Laval (Mayenne
*Perrot (Mme), 43, rue Saint-Lazare. — Paris.
Perrot (Adolphe), Docteur ès sciences, ancien Préparateur de chimie à la Faculté de médecine de Paris. — Genève (Suisse). — F
*Perrot (J.), Commissaire-priseur, 11, rue du Vingt-Neuf Juillet. — Paris.
*Dr Perroud, Médecin de l'Hôtel-Dieu, chargé de la clinique complémentaire à la Faculté de médecine de Lyon, 6, quai des Célestins. — Lyon. — R
*Perry, Pharmacien. — Layrac (Lot-et-Garonne).
Dr Pery, Médecin des hôpitaux, 67, rue d'Aquitaine. — Bordeaux.
*Pesier (Edmond), Chimiste. — Valenciennes.

Peslouan (Lucas de), Avocat, Conseiller général, 8, rue Jean-Jacques. — Nantes.
*Pétel, Interne des hôpitaux, 40, rue Saint-Séverin. — Paris.
*Petit, Pharmacien, 8, rue Favart. — Paris.
*Petit (Mme), 8, rue Favart. — Paris.
*Petit (Charles-Paul), Pharmacien de 1re classe, 16, rue des Quatre-Vents. — Paris.
Petit, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 33, rue de Jarente. — Lyon (Rhône).
Petit (Maurice), Pharmacien, 2, rue des Mobiles-de-Coulmiers. — Périgueux.
*Dr Petit (Henri), 11, rue Monge. — Paris.
*Petiton (A.), Ingénieur civil des Mines, 91, rue de Seine. — Paris.
Dr Peyraud. — Libourne (Gironde).
Peyraud (Mme). — Libourne (Gironde).
Peyre (Jules), Banquier. — Toulouse. — F
Peyssonneau, Fabricant de papier, Membre de la Chambre de commerce de Clermont-Ferrand. — Saint-Amand-Tallende (Puy-de-Dôme).
Peyrat (Albert), Négociant, 171, rue Sainte-Catherine. — Bordeaux.
Philip (Henry), Étudiant en médecine, chez M. Ollier, 5, quai de la Charité. — Lyon.
Philip (Isidore), Négociant. — Bordeaux.
*Philippe (Léon), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 80, rue Taitbout. — Paris. — R
Piarron de Montdésir, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 178, avenue de Neuilly. — Neuilly (Seine).
*Piat (A.), Constructeur mécanicien, 49, rue Saint-Maur. — Paris. — F
Piaton, Président du Conseil d'administration des Hospices, 9, rue Ravez. — Lyon. — F
*Picault (Jules), 68, rue Turbigo. — Paris.
*Dr Pichard, 54, faubourg Montmartre. — Paris.
Picard, Général de division, 93, rue de Rennes. — Paris.
Piccioni (Antoine). — Pino (Corse). — F
Piche (Albert), Conseiller de préfecture, 8, rue Montpensier. — Pau. — R
Picaud (Alfred), Géomètre, 305, route de Toulouse. — Bordeaux.
Picot (Emile), Pharmacien de 1re classe, 12, rue de Bretagne. — Asnières (Seine).
Picou (Gustave). — Saint-Denis (Seine).
*Picquet (H.), Capitaine du génie, Répétiteur à l'École polytechnique, 103, boulevard Saint-Michel. — Paris.
Pierre (Dominique), Homme de lettres, 72, rue du Bois-de-Cros. — Clermont-Ferrand.
Pierret d'Etrœungt (C.), Imprimeur, Etrœungt par Avesnes-sur-Helpe (Nord).
*Dr Piéron. — Chazay-d'Azergues (Rhône). — R
Piette (Ed.), Juge de paix. — Craonne (Aisne).
*Pifre (Abel), Ingénieur, 92, rue de Richelieu. — Paris.
*Pillet, 18, rue Saint-Sulpice. — Paris.
*Dr Pinet, 60, rue Saint-Joseph. — Lyon.
*Piretti (Charles), Ingénieur des arts et manufactures, 30, boulevard de la Contrescarpe. — Paris.
*Dr Pin (Paul). — Alais (Gard).
Pitrat aîné, Imprimeur, 4, rue Gentil. — Lyon.
Planchon, Correspondant de l'Institut. — Montpellier.
Planeix (Guillaume-Victor), Notaire. — Murols (Puy-de-Dôme).
Planté, Ingénieur du service télégraphique aux chemins de fer de l'État. — Tours.
Planté fils (Charles), Fabricant de papier. — Montpont (Dordogne).
*Planté (Gaston), Licencié ès sciences, 56, rue des Tournelles. — Paris.
*Dr Planteau, 36, rue Monge. — Paris.
*Plassiard, Ingénieur des Ponts et Chaussées en retraite, 4, rue Poissonnière. — Lorient (Morbihan). — R
*Plauque (Jules), Chimiste, 5, rue de Mirbel. — Paris.
Dr Pluzeau (A.), 84, cours de Tourny. — Bordeaux.
Pocard-Kerviler, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Saint-Nazaire.
*Pollon (L.), Ingénieur-constructeur (Exploitation générale des Pompes Greindl), 78, boulevard Saint-Germain. — Paris.
*Poincaré, Professeur adjoint à la Faculté de médecine, 9, rue de Serre. — Nancy.
*Poirrier, Fabricant de produits chimiques, 49, rue Hauteville. — Paris. — F
*Poisson (Jules), Aide naturaliste au Muséum, 69, rue Buffon. — Paris.
Pommeras, Avocat. — Saintes (Charente-Inférieure).
Pontoc (Aman), Propriétaire, 1, rue Gresset. — Nantes.
Pontoc (Constant), Propriétaire, 1, rue Gresset. — Nantes.

Poivre, Avocat, Conseiller général. — Constantine.
Dr Pojolat, 29, rue Saint-Genès. — Clermont-Ferrand.
*Polignac (prince Camille de), 20, rue Taitbout. — Paris. — F
Pollet, Vétérinaire, 20, rue Jeanne-Maillotte. — Lille.
Polony, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Rochefort.
*Pomel (A.), Sénateur d'Oran, 43, rue de Fleurus. — Paris.
Pomier-Layrargues (Georges), Ingénieur. — Montpellier.
*Dr Pommerol, Conseiller général du Puy-de-Dôme. — Gerzat (Puy-de-Dôme).
*Pommerol, Avocat, 36, rue des Écoles. — Paris. — R.
Pommery (Louis), Négociant en vins, rue Vauthier-Le-Noir. — Reims. — R
Dr Poncet (Antonin), 45, rue Centrale. — Lyon.
Ponchon, Sous-Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Ambert (Puy-de-Dôme).
Poncin, Chef d'institution, 7, quai des Brotteaux. — Lyon.
*Poncy (Eug.-A.), 56, rue Monge. — Paris.
*Pongés (Gabriel), Membre de la Société d'histoire naturelle de Toulouse, 5, rue Saint-Aubin. — Toulouse.
Dr Pons. — Nérac (Lot-et-Garonne).
Pons (Henri), Architecte du département de l'Aveyron. — Rodez (Aveyron).
Pontfort. — Boiry-Sainte-Rictrude (Pas-de-Palais).
*Pontier (André), Pharmacien, 24, boulevard du Temple. — Paris.
*Porgès (Charles), Banquier, 2, rue Blanche. — Paris. — R.
*Porlier, Directeur de l'agriculture au Ministère de l'agriculture et du commerce, boulevard Saint-Germain. — Paris.
*Potain, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, 240, boulevard Saint-Germain. — Paris.
*Potier, Ingénieur des Mines, répétiteur à l'École polytechnique, 1, rue de Boulogne. — Paris. — F
Pouchain (V.), Maire d'Armentières, rue du Faubourg-de-Lille. — Armentières.
*Dr Pouchet, 5, rue Médicis. — Paris.
Pouget, 37, rue Poyenne. — Bordeaux.
*Pouget, Vicaire. — Saint-Flour (Cantal).
*Poupinel (Paul), 64, rue de Saintonge. — Paris. — F
*Poupinel (Jules), 8, rue Murillo. — Paris. — F
*Poupon, Étudiant en médecine, 63, rue de Rivoli. — Paris.
Pourcel, Ingénieur. — Terre-Noire (Loire).
Dr Pourtier (Michel). — Québec (Canada).
*Powell (Thomas), Ingénieur, 32, rue d'Elbeuf. — Rouen (Seine-Inférieure).
*Dr Pozzi, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Chirurgien des hôpitaux, 23, rue Boissy-d'Anglas. — Paris.
Pozzy (Georges), Négociant, 8, place de Tourny. — Bordeaux.
Pradier (Georges), Étudiant, 6, rue de la Treille. — Clermont-Ferrand.
*Dr Pradier (Frédéric), 6, rue de la Treille. — Clermont-Ferrand.
Pradon, ancien Notaire, ancien Instituteur, Conseiller d'arrondissement. — Blesle (Haute-Loire).
Prarond (Ernest), Président honoraire de la Société d'émulation d'Abbeville. — Abbeville (Somme).
Prat, Chimiste, 111, route de Toulouse. — Bordeaux. — R
Dr Pravaz, Licencié ès sciences, 46, quai des Étroits. — Lyon.
Preler, Négociant, 18, allées de Chartres. — Bordeaux.
*Prengrueber (A.), Médecin de colonisation. — Palestro, près Alger.
*Prevet (Ch.), Négociant, 28, rue des Petites-Écuries. — Paris. — R.
Prœsamlé, Brasseur. — Nérac.
Prœsamlé (Mme). — Nérac.
*Proust, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, Médecin de l'hôpital Lariboisière, 9, boulevard Malesherbes. — Paris.
Prosper (Henri), Maître de forges. — Charleville (Ardennes).
*Prudon (le général), 77, boulevard Haussmann. — Paris.
Prunier, Juge suppléant de la justice de paix de Saint-Hilaire. — Brizambourg, canton de Saint-Hilaire (Charente-Inférieure).
Prunier (L.). — Brizambourg, canton de Saint-Hilaire (Charente-Inférieure).
*Dr Prunières. — Marvéjols (Lozère).
*Prunières (Mme). — Marvéjols (Lozère).
Puaux (Franck), Pasteur, 32, boulevard de Strasbourg. — Le Havre.

*Puerari, 3, rue Tronchet. — Paris.
Puigsech, née Chanal (Mme) Artiste peintre, 107, rue de Vendôme. — Lyon.
Pujos, 19, allées de Chartres. — Bordeaux.
*Pulligny (vicomte de), au château du Chesnay-sur-Ecos (Eure).
Dr Pupier, rue Strauss. — Vichy.
Putz (Gabriel), Vernon (Eure).
Putz (H.), Lieutenant-colonel d'artillerie, Commandant le parc des équipages militaires. — Vernon (Eure).
Puyferrat (le marquis de), 29, rue du Temple. — Bordeaux.
*Quatrefages de Bréau (de), Membre de l'Institut, Professeur au Muséum, 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire. — Paris. — **F**
*Quatrefages (Mme de), 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire. — Paris. — **R**
Quatrefages (Léonce de), 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire. — Paris. — **R**
Quetaens, Mécanicien, à la Monnaie. — Bordeaux.
*Quen (Ch.), Vice-Président de la Société géologique de Normandie, 18, place Louis-Philippe. — Le Havre.
Quinette, Confiseur, rue Blatin. — Clermont-Ferrand.
Quinette de Rochemont, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — Valenciennes (Nord).
*Dr Quinquand, Médecin des hôpitaux, 5, rue de l'Odéon. — Paris.
Quivogne, Vétérinaire, 16, place Perrache. — Lyon.
Rabot, Docteur ès sciences, Pharmacien. — Versailles.
*Rabourdin (Lucien), Professeur d'économie politique. — Orléans.
*Dr Rabuteau, 28, rue des Écoles. — Paris.
*Raclet (Joannis), Ingénieur civil, 14, quai de la Pêcherie. — Lyon. — **R**
*Dr Rafaillac. — Margaux (Gironde).
Ragain (Gustave), Professeur au Lycée et à l'École de commerce et d'industrie, 42, rue de Ségalier. — Bordeaux.
Raillard, Ingénieur en chef des ponts et chaussées. — Lille.
Dr Raillard. — Dax (Landes).
*Raimbault (Paul), Pharmacien de 1re classe, rue des Lices. — Angers.
*Raimbault (Mme), 38, rue des Lices. — Angers.
Dr Raingeard, Professeur suppléant à l'École de médecine, 8, rue Jean-Jacques. — Nantes. — **R**
Rambourg (Charles), Propriétaire. — Châteauvert (Nièvre).
Rames (J.-B.), Pharmacien et Géologue. — Aurillac (Cantal).
Ramon, Chef des ateliers du dépôt aux chemins de fer de l'État. — Gisors (Eure).
Ramsay (William), Professeur. — Glascow (Angleterre).
*Dr Ranse (de), 4, place Saint-Michel. — Paris.
*Dr Ranvier, 105, boulevard Saint-Michel. — Paris.
*Raoult, Professeur de chimie à la Faculté des sciences, 7, place Clapeyson. — Grenoble.
*Rapet, Inspecteur honoraire de l'instruction publique, 21, rue Saint-Dominique. — Paris.
Raveaud, Conseiller à la Cour, 116, rue de l'Église-Saint-Seurin. — Bordeaux.
Raynal, Négociant, 12, place des Quinconces. — Bordeaux.
*Raynaud, Ingénieur des télégraphes, 60, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Dr Rebatel (Fleury), 29, rue Gasparin. — Lyon.
*Reboul, Archéologue, 3, rue Montenotte. — Paris (Ternes).
*Récipon (Émile), Propriétaire, Industriel, 47, avenue Friedland. — Paris. — **F**
*Dr Reclus, Aide d'anatomie à la Faculté de médecine, 20, rue de la Sorbonne. — Paris.
*Redier (Louis), 8, passage des Petites-Écuries. — Paris.
*Redier (A.), Constructeur d'instruments de précision, 8, cour des Petites-Écuries. — Paris.
Redon (le baron). — Brioude (Haute-Loire).
Reech, ancien Directeur des constructions navales, 10, rue du Pont-Carré. — Lorient.
Regnault, Ingénieur des ponts et chaussées, rue de Pessac. — Bordeaux.
Dr Regnier. — Mantes (Seine-et-Oise).
Régnier, Capitaine d'artillerie, à l'École supérieure de guerre, 138, rue de Grenelle. — Paris.
Rehm (L.). — Pagny-sur-Moselle.

Reich (Louis), Agriculteur. — Arles-sur-Rhône.
Dr Reignier (Alexandre), Médecin consultant, place Rosalie. — Vichy.
*Reille (le baron), 10, boulevard de la Tour-Maubourg. — Paris. — R
Reimonenq (Charles), ex-chef de section de la voie au Chemin de fer du Midi, domaine du Bastard. — La Tresne (Gironde).
*Reinach, Banquier, 31, rue de Berlin. — Paris. — F
Reinhart (Louis), Négociant, 19, rue Corneille. — Havre.
*Reinwald, Libraire, 15, rue des Saints-Pères. — Paris.
*Dr Reliquet, 17, boulevard de la Madeleine. — Paris. — R
Remerand, Pharmacien. — Fontenay-le-Comte (Vendée).
Renard, Capitaine du génie, au haras du Chalet. — Meudon (Seine-et-Oise).
Renard et Villet, Teinturiers, cité Lafayette. — Lyon.
*Renaud (Georges), Directeur de la *Revue géographique internationale*, Attaché au cabinet du ministre des finances, 15, rue Cimarosa (Avenue du Roi de Rome). — Passy-Paris.
Renaud, Pharmacien. — Saint-Nazaire (Loire-Inférieure).
Renaud (Paul), Constructeur-mécanicien, prairie de Mauves. — Nantes.
Renault (E.), Fabricant de tissus imprimés, 6, rue aux Juifs. — Darnetal près Rouen.
*Renault, Docteur ès sciences, Aide naturaliste au muséum, 1, rue de la Collégiale. — Paris.
*Rénier, Receveur des finances. — Issoire (Puy-de-Dôme).
Renouard, fils (Alfred), Filateur, 46, rue Alexandre-Leleux. — Lille. — F
Renouard (Mme Alfred), 46, rue Alexandre-Leleux. — Lille. — R
Renouard-Béghin, Filateur et Fabricant de toiles, 3, rue à Fiens. — Lille.
Renouvier (Charles) — La Verdette, près le Pontet, par Avignon (Vaucluse). — F
*Renversé, Sous-Intendant militaire en retraite, 49, rue Naujac. — Bordeaux.
Rérolle (Louis), 44, quai de la Guillotière. — Lyon.
*Resal, Membre de l'Institut, Ingénieur des Mines, Professeur à l'École polytechnique, 58, rue Saint-André-des-Arts. — Paris.
Revouy (J.-A.), Médecin vétérinaire. — Vienne (Isère).
Rexès, Membre de la Société des agriculteurs de France. — Jarnac (Charente).
Rey (Dieudonné), Architecte de la ville. — Millau (Aveyron).
*Dr Rey (A.), Chef des travaux anatomiques à l'École de médecine, 8, rue Bab-Azoun. — Alger.
*Rey-Lescure, Membre de la Société géologique de France, 8, Faubourg-du-Moustier. — Montauban.
*Reynaud (Léonce), Inspecteur général des ponts et chaussées, Directeur des phares, 16, rue Bayard. — Paris.
*Dr Riant, Médecin de l'École normale du département de la Seine, 138, rue du Faubourg-Saint-Honoré. — Paris.
Riaz (Auguste de), Banquier, 10, quai de Retz. — Lyon. — F
*Dr Riban, Directeur-adjoint au laboratoire d'enseignement chimique et des hautes études à la Sorbonne. — Paris.
Riberolles (Charles de). — Bulhon par Lezoux (Puy-de-Dôme).
*Ribot, Avocat, Député du Pas-de-Calais, 32, rue de Turin. — Paris.
Ricard (Gaston) Représentant de droguerie et de pharmacie, 3, galerie Malakoff. — Alger.
Richard, Chimiste, 17, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Rouen.
Richard (J.), Entrepreneur. — Au Buisson-de-Cabans (Dordogne).
*Richard, interne des hôpitaux, quai Saint-Martin à Lille et 52 rue Gay-Lussac. — Paris.
Richard (Alexandre), 14, rue des Canonniers. — Saint-Quentin (Aisne).
*Richard (Maurice), Maire de Millemont, Conseiller général de Seine-et-Oise, 33, rue de Prony. — Paris.
*Dr Ricord, Membre de l'Académie de médecine, 6, rue de Tournon. — Paris. — F
*Rieffel (Prosper), Négociant. — Béziers.
*Dr Riégé, 30, rue Hauteville. — Paris.
*Rieumal, Négociant, 6, rue de Mulhouse. — Paris.
Rieunègre (Fabre de), 90, rue Fondaudège. — Bordeaux.
*Riffaut (le général), 10, rue Garancière. — Paris. — F
*Rigaud (Charles). — Pons (Charente-Inférieure).
Rigaud (Ad.), Négociant, Conseiller municipal, 49, quai de Béthune. — Lille.
*Rigaud, Fabricant de produits chimiques, 8, rue Vivienne. — Paris. — F
*Rigaud (Mme), 8, rue Vivienne. — Paris. — F

*Rigault (E.), Filateur, rue Sainte-Marie. — Fives Lille.
*Rigel (Jérôme), 17, rue de Lancry. — Paris.
*Rigout, Chimiste à l'École des Mines, 60, boulevard Saint-Michel. — Paris.
Rilliet, 8, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Genève (Suisse). — **R**
Risler. — Calèves, près Nyon, canton de Vaud (Suisse). — **R**
*Risler (Charles), Chimiste, 39, rue de l'Université. — Paris. — **F**
*Rispal, Négociant, 200, boulevard de Strasbourg. — Le Havre.
*Ritalz, Professeur à l'École normale. — Cluny (Saône-et-Loire).
*Rivière (Em.) Archéologue, 93, rue du Bac. — Paris.
*Rivoiron, 38, quai Saint-Vincent. — Lyon.
*Rivoiron (Mme), 38, quai Saint-Vincent. — Lyon.
Robert, Ingénieur des ateliers au Chemin de fer des Charentes. — Saintes (Charente-Inférieure).
*Robert (Édouard), Inspecteur des lignes télégraphiques, 3, rue du Centaure. — Alger.
Robert (de), Directeur de l'Établissement d'Indret (Loire-Inférieure).
Robin (Alphonse), 12, quai des Célestins. — Lyon.
*Robin, Banquier, 38, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Lyon. — **R**
Robin (Ch.), Sénateur, Membre de l'Institut et de l'Académie de médecine, 94, boulevard Saint-Germain. — Paris. — **R**.
*Robineaud, Pharmacien, 62, rue Notre-Dame. — Bordeaux.
*Robineaud, Étudiant en médecine, 62, rue Notre-Dame. — Bordeaux.
Rocaché, 236, rue Saint-Antoine. — Paris.
Rocaché (Mme), 236, rue Saint-Antoine. — Paris.
Rochette (de la), Maître de forges (Hauts-Fourneaux et Fonderies de Givors), 11, cours du Midi. — Lyon. — **F**
Dr Rodet, Président de la Société protectrice de l'enfance, 26, cours Morand. — Lyon.
Rodrigues (Gaston) 54, rue Ferrère. — Bordeaux.
Roederer (Léon). — Mulhouse (Alsace).
*Roehrig, Professeur à l'École de commerce et d'industrie, 66, rue Saint-Sernin. — Bordeaux.
Rodat (Auguste), Avoué. — Rodez (Aveyron).
*Roger (Henri), Membre de l'Académie de médecine, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, 15, boulevard de la Madeleine. — Paris. — **R**
Rogier-Laganne père, Ancien associé de la raffinerie Massion-Rozier et Cie, rue du Calvaire. — Nantes.
*Roland (H.), Ingénieur en chef de l'Association normande des propriétaires de machines à vapeur, 3, rue Jeanne-d'Arc. — Rouen.
Rollhaus, Courtier, impasse Massieu-de-Clerval. — Le Havre.
Rolland, Directeur de la Société Générale pour favoriser le développement du commerce et de l'industrie en France, 7, place de l'Helvétie. — Lyon.
*Rolland, Membre de l'Institut, Directeur général des Manufactures de l'État, 66, rue de Rennes. — Paris. — **F**
*Rolland (L.), Fabricant de produits chimiques, 19, Grande Rue. — Montrouge (Seine).
*Dr Rollet, 3, rue Michel-Montaigne. — Bordeaux.
Dr Rollet, Professeur à la Faculté de médecine de Lyon, 41, rue Saint-Pierre. — Lyon.
*Dr Rollet de l'Ysle. — Montmerle-sur-Saône (Ain). — **F**
Rollez (G.), 24, boulevard de la Liberté. — Lille.
Roman (E.), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 3, rue Barbecanne. — Périgueux.
*Roman (Léon) Ingénieur civil, 31, rue de Londres. — Paris.
*Romilly (de), 22, rue Bergère. — Paris. — **F**
*Ronnet, Pharmacien, 100, rue Vieille-du-Temple. — Paris.
*Rossa (A.), Ingénieur, Secrétaire du comité de l'Association autrichienne I. R. P des Chemins de fer de l'Est, 17, boulevard des Italiens. — Paris.
*Roques Desvallées (H.), Attaché au bureau des Longitudes, 29, boulevard d'Enfer. Paris.
Dr Rodet, Président de la Société de médecine, 26, cours Morand. — Lyon.
*Rosenstiehl (A.), 114, route de Saint-Leu. — Enghien (Seine-et-Oise).
Rosset (Henri), Pharmacien, Fabricant de produits chimiques, 31, place d'Aumont. — Tours.
*Rosières (des), Propriétaire, 154, boulevard Haussmann. — Paris. — **F**
Ross (Alexander-Milton), M. Dr.; M. A., Membre des Associations anglaise et américaine pour l'avancement des sciences, de la Société impériale des naturalistes de Moscou et de la Société entomologique de France, — Toronto (Canada).

*Rothschild (le baron Alphonse de), 2, rue Saint-Florentin. — Paris. — F
Rotig, 51, rue de Paris. — Le Havre.
*Dr Rottenstein (J.-B), 25, rue Royale. — Paris.
*Rouart (H.), ancien Élève de l'École polytechnique, 137, boulevard Voltaire. — Paris.
*Rouchy (abbé), Vicaire. — Ségur-les-Villas (Cantal).
Roudier, Député, Conseiller général de la Gironde. — Pessac de Gensac (Gironde).
*Rouget (Ch.), Professeur à la Faculté de médecine, 12, rue du Carré-du-Roy. — Montpellier.
*Rouget (Paul), Ingénieur, Directeur de la Compagnie du Gaz de Brest, 38, rue du Berry. — Paris.
Dr Rougier. — Arcachon.
*Rouher (Gustave), 10, rue du Cirque. — Paris.
Rouit, Ingénieur en chef de la Compagnie du Médoc. — Bordeaux.
Roujou, Professeur de zoologie et de botanique à la Faculté des sciences, maison Dionet. — Chamalières, près Clermont-Ferrand.
Roumazeilles, Vétérinaire. — Bernos, près Bazas (Gironde).
*Roumieu, Négociant, cours de l'Intendance. — Bordeaux.
Rousse, Conseiller général de la Loire-Inférieure, 11, rue Lafayette. — Nantes.
*Rousseau (Em.), Chimiste, Fabricant de produits chimiques, 44, rue des Écoles. — Paris.
Roussel (Victor), Fabricant de produits chimiques, 13, rue Neuve. — Clermont-Ferrand.
*Dr Roussel (Théophile), Sénateur, Membre de l'Académie de médecine, 64, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. — F
Roussel (Jules), Négociant. — Béziers.
*Rousselet (L.), Archéologue, 126, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Rousselet, Sous-inspecteur des forêts. — Saint-Gobain (Aisne)
Rousselier (Jean), Directeur de la Société des charbons agglomérés du Sud-Est, 18, rue de la République. — Marseille.
*Roussille (Albert), Professeur à l'École nationale d'agriculture de Grand-Jouan. — Nozay (Loire-Inférieure).
*Roussille (Mme). — Nozay (Loire-Inférieure).
Dr Roustan, 58, rue d'Antibes. — Cannes.
*Rouvière (A.), Ingénieur civil et Propriétaire. — Mazamet (Tarn). — F
Roux, Imprimeur, 21, rue Centrale. — Lyon.
Roux (Henri), Propriétaire, 11, place Bellecour. — Lyon.
*Roux (Ch.), Négociant, 136, rue Amelot. — Paris.
Roux (Ph.), 138, rue Amelot. — Paris.
Dr Rouxeau, Médecin adjoint des prisons, Suppléant des hôpitaux, 1, rue Paré. — Nantes.
*Royer, 12, boulevard Bonne-Nouvelle. — Paris.
*Royer (Mme Clémence), 82, Avenue des Ternes. — Paris.
Rozy (H.), Avocat, Professeur à la Faculté de droit, 10, rue Saint-Antoine-du-T. — Toulouse.
*Ruch (Alphonse), 29, rue Sévigné. — Paris.
Ruillié, Sous-Inspecteur des forêts, 15, rue Auvray. — Le Mans.
Dr Sabatier, rue de la Coquille. — Béziers (Hérault).
Dr Sabatier. — Cahors.
*Sabatier (Armand), Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier. — Montpellier. — R
Sabin-Boulet, 30, rue Abel de Puyol. — Valenciennes.
Sabouraud (Fernand). — Salidieu, par Mareuil-sur-Lay (Vendée).
Sacaze (Julien), Avocat. — Saint-Gaudens (Haute-Garonne).
*Sagnier (Henri), Secrétaire de la rédaction du *Journal d'agriculture*, 152, rue de Rennes. — Paris.
*Saige (Jules), Propriétaire, 65, rue d'Amsterdam. — Paris.
*Sainte-Claire Deville (Henri), Membre de l'Institut, 155, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Sainte-Colombe (Fernand de), Propriétaire, château des Touches, commune de Villars, près Pons (Charente-Inférieure).
Saint-Exupéry (le comte de), Membre de la Société de géographie, Manufacturier, rue du Gouvernement. — Saint-Quentin.
*Saint-Joseph (le baron de), 23, rue François Ier. — Paris.
*Saint-Loup, Professeur à la Faculté des sciences de Besançon. — Besançon.

Saint-Martin, ancien Capitaine au long cours, 13, Grande-Rue. — Saint-Jean-de-Luz.
Saint-Martin (Charles de). — Billy-sur-les-Côtes (Meuse).
Saint-Olive (G.). Banquier, 13, rue de Lyon. — Lyon. — R
*Saint-Paul de Sainçay, Directeur de la Société de la Vieille-Montagne, 19, rue Richer. — Paris. — F
*Saint-Saud (Aymar d'Arlot baron de), magistrat, Membre de la Société archéologique du Périgord, secrétaire général de la section sud-ouest du Club Alpin. — Château de la Valouze, par la Roche-Chalais (Dordogne).
Saint-Vidal (de), Directeur particulier à Bordeaux de la Compagnie d'Assurances générales, cours de Tourny. — Bordeaux.
Salaviat, propriétaire. — Sainte-Foy-la-Grande (Gironde).
Salle (Adolphe). Négociant, 61, pavé des Chartrons. — Bordeaux.
*Salet (Georges), Préparateur à la Faculté de médecine, 120, boulevard Saint-Germain. — Paris. — F
*Salet (Mme), 120, boulevard Saint-Germain. — Paris.
*Salleron, Constructeur, 24, rue Pavée (au Marais). — Paris. — F
*Salmon (Ph.), Secrétaire général du Comité des notaires des départements, 29, rue Le Peletier. — Paris.
Salve (de), Recteur de l'Académie. — Alger.
*Sanlay (Paul), Ingénieur, Architecte en chef de la Ville, 31, rue Mogador. — Alger.
Sanlaville (Fernand), Avocat, 60, cours de l'Intendance. — Bordeaux.
Sanluc, Ancien élève de l'École polytechnique, 17, Grande rue. — Montélimart. — (Drôme).
Sanzel (André), Chimiste manufacturier. — Neuville-sur-Saône (Rhône).
*Saporta (le comte de), correspondant de l'Institut. — Aix (Bouches-du-Rhône).
Saporta (Mme la comtesse de). — Aix-en-Provence.
Sarasin (Edmond), Licencié ès-sciences. — Genève.
*Sarcey (Francisque), 59, rue de Douai. — Paris.
Dr Sarrouille. — Marmande (Lot-et-Garonne).
Saudeau (Antoine). — Saint-Jean-d'Angély (Charente-Inférieure).
Sautayra, Conseiller à la Cour d'appel. — Alger.
*Dr Sauvage (Émile), 2, rue Monge. — Paris.
Savi, Pharmacien. — Ancenis (Loire-Inférieure).
*Say (Léon), Sénateur, Ministre des finances, 45, rue La Bruyère. — Paris. — F
*Scaife (Lucien), Ingénieur civil, 44, rue Madame. — Paris.
Schacher (Georges), Négociant, 15, allées de Chartres. — Bordeaux.
*Schaeffer (Gustave), Chimiste. — Dornach (Haut-Rhin).
*Scheurer-Kestner, Sénateur, 84, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris. — F.
*Schlumberger (Charles), Ingénieur des constructions navales, 30, rue du Plat. — Lyon. — R
*Schlumberger (A.), Chimiste, 26, rue Bergère. — Paris.
Schmiltz (Albert), route de Besson, maison Klipffel. — Béziers.
*Schmit (Charles), 132, rue de Turenne. — Paris.
Schneider-Bouchez, Négociant, rue des Ponts-de-Commines. — Lille.
Schoengrün, Membre de la Chambre de commerce, place Dauphine. — Bordeaux.
*Schrader père, ancien Directeur de classes de la Société philomathique, 20, rue Borie. — Bordeaux. — F
*Schrader (Frantz), Membre de la Direction centrale du club Alpin, 46, rue d'Assas. — Paris.
Schreiber (Théodore), Ingénieur constructeur. — Saint-Quentin.
Schultz (E.) et Cie, Fabricants, 8, rue du Griffon. — Lyon.
*Schützenberger, Professeur au Collège de France, 67, rue des Feuillantines. — Paris.
*Schwaeblé, ancien Élève de l'École polytechnique, Directeur de l'École supérieure de commerce, 102, rue Amelot. — Paris.
*Dr Schwartz, 26, rue Monge. Paris.
Scrive (Désiré), Négociant, 1, rue des Lombards. — Lille.
Scrive-Loyer, Manufacturier, 292, rue Notre-Dame. — Lille.
Sebastian (D.-S.). Major de l'artillerie espagnole, 3, calle Colmillo. — Madrid.
*Sebert (H.), Chef d'escadron d'artillerie de la marine, au ministère de la marine, 17, boulevard de Courcelles. — Paris.
Sécrestat, Négociant, Membre du Conseil municipal. — Bordeaux.
*Sédillot (C.), Membre de l'Institut, Ex-Médecin Inspecteur général, Directeur de l'École militaire de santé de Strasbourg, 131, boulevard Saint-Michel. — Paris. — F

*Sée (Marc), Membre de l'Académie de Médecine, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, 126, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Sée (Edmond), Ingénieur, 121, boulevard de la Liberté. — Lille.
Segrestaa (Maurice), 25, allées de Chartres. — Bordeaux.
Segretain, Commandant du génie, 60, cours d'Aquitaine. — Bordeaux. — **R**
Séguin (Paul), Ingénieur, 4, rue des Deux-Maisons. — Lyon.
Séguin (L.), Directeur de la Compagnie du Gaz du Mans, Vendôme et Vannes, à l'usine à gaz. — Le Mans.
Seilder (Charles), Négociant, 12, rue Scobrée. — Nantes.
Seiler (Antonin), Juge d'Instruction. — La Châtre (Indre).
*Seiler (Albert), Ingénieur, 17, rue Martel. — Paris.
Seignouret (P.-E), 24, pavé des Chartrons. — Bordeaux.
Sellieron (E.), Ingénieur des constructions navales, 5, rue Auvray. — Cherbourg.
Dr Selsis. — Nérac.
Selys-Longchamps (Em. de), Sénateur, Membre de l'Académie royale de Belgique. — — Liège (Belgique).
*Selys-Longchamps (Walther de), 26, rue de la Tour. — Paris-Passy.
Senecart (Madame A.), 16, rue Molière. — Le Havre.
Serpette, Négociant, Industriel, 13, rue de l'Entrepôt. — Nantes.
*Serre (Gaston de), Membre de la Société géologique de France, 8, rue Las Cases, — Paris.
Serret, Membre de l'Institut, 36, rue Saint-Martin. — Versailles. — **F**
*Serrurier, Directeur de l'École Sainte-Marie, rue Dumé-d'Aplemont. — Le Havre
*Dr Servantie, Pharmacien, 31, rue Margaux. — Bordeaux.
*Servier (Aristide-Édouard), Ingénieur des arts et manufactures, Directeur de la Compagnie du gaz de Metz, 21, rue Baudin. — Paris. — **R**
Sévenne, Membre de la Chambre de commerce, 1, rue de Lyon. — Lyon.
Seynes (Léonce de), 58, rue Calade. — Avignon. — **R**
*Seynes (de), Agrégé à la Faculté de Médecine, 63, rue de Varennes. — Paris. — **F**
*Dr Sezary, Médecin de l'hôpital civil, 8, rue Vialar. — Alger.
Sibille (Maurice), Avocat, 3, rue Racine — Nantes.
Sicard, Chef de section aux chemins de fer de l'État. — La Rochelle.
Sicard (H.), Professeur à la Faculté des Sciences, 2, place Kléber. — Lyon.
*Siébert, 23, rue Paradis-Poissonnière. — Paris. — **F**
Siegfried (Jules), Négociant, 1, rue Saint-Michel. — Havre.
*Siegfried (Jacques), Banquier, 13, rue Monsigny. — Paris.
Siégler (Ernest), Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Bar-le-Duc. — **R**
*Silva (R.-D.), Chef des travaux de chimie analytique à l'École centrale, 19, rue Soufflot. — Paris.
Simon, Directeur de l'exploitation du chemin de fer du Midi, rue du Réservoir. — Bordeaux.
Simon (Pierre), Propriétaire, 12, quai de Turenne. — Nantes.
*Simon, Bijoutier. — Rodez (Aveyron).
Simon (J.), Ingénieur, Membre de la Société géologique de France. — Redon (Ille-et-Vilaine).
Simon (Fidèle), Député de la Loire-Inférieure. — Plessis-Bardoul-Messac. — (Ille-et-Vilaine).
*Simonin (Louis), Ingénieur civil, 4, rue de Clichy. — Paris.
*Simonin (Léon), Ingénieur civil des arts et manufactures, 13, rue Fontaine-au-Roi. — Paris.
Sineau (Félix), Professeur de musique. — Guéret.
*Sindico (Pierre), Peintre, 7, rue Garreau. — Paris (Montmartre).
*Dr Sinéty (de), 10, rue de la Chaise. — Paris.
*Sinot, Professeur de sciences physiques. — Cette.
Siret (Eugène), Rédacteur du *Courrier de La Rochelle*, place de la Mairie. — La Rochelle.
*Sirodot (Simon), Doyen de la Faculté des Sciences de Rennes. — Rennes.
*Sivry (P.), chef de bureau au Crédit foncier de France, 34, rue de l'Ouest. — Paris.
*Dr Smester, 71, rue de Rome. — Paris.
Société anonyme des Houillères de Montrambert et de la Béraudière. — Lyon. — **F**
Société nouvelle des Forges et Chantiers de la Méditerranée, 28, rue Notre-Dame-des-Victoires. — Paris. — **F**

Société Académique de la Loire-Inférieure. — Nantes. — **R**
Société Philomathique de Bordeaux. — **R**
Société centrale de Médecine du Nord. — Lille. — **R**
Société des Sciences naturelles de la Charente-Inférieure, représentée par M. Beltremieux, Maire de la Rochelle, Officier de l'instruction publique. — La Rochelle.
Société Pharmaceutique de l'Indre. — Châteauroux.
Société d'Agriculture de l'Indre, place du Marché aux blés. — Châteauroux
Société d'Histoire naturelle de Toulouse, rue de la Pomme. — Toulouse.
Société Géologique de Normandie. — Le Havre.
Société de Médecine de Saint-Étienne et de la Loire. — Saint-Étienne (Loire).
Société d'Emulation des Côtes-du-Nord. — Saint-Brieuc.
Société d'Émulation du Doubs. — Besançon.
Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux.
Société de Médecine et de Chirurgie. — La Rochelle.
Société de Médecine de Saintes, représentée par M. le docteur Papillaud. — Saujon (Charente-Inférieure).
Société de Médecine et de Chirurgie pratiques de Montpellier.
Société des Sciences physiques et naturelles, rue Montbazon. — Bordeaux.
Société Havraise d'études diverses. — Le Havre.
Société libre d'Émulation du commerce et de l'industrie de la Seine-Inférieure — Rouen.
Société Académique d'Architecture de Lyon, palais des Arts. — Lyon.
Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe. — Le Mans.
Société des Sciences médicales de Lyon.
Société des Sciences et Arts de Vitry-le-Français.
Société des Sciences physiques et naturelles de Toulouse, 5, rue Moulin-Bayard. — Toulouse.
Société d'Agriculture, Industrie, Sciences, Arts, Belles-Lettres du département de la Loire. — Saint-Étienne.
Société Polymathique du Morbihan. — Vannes.
Société d'étude des Sciences naturelles. — Nimes.
Société de Pharmacie de Bordeaux. — Bordeaux.
Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne. — Châlons.
Société Ramond, représentée par M. le Pasteur Frossard. — Bagnères-de-Bigorre.
Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg. — Cherbourg.
Société d'études des Sciences naturelles. — Béziers.
Société Industrielle d'Amiens. — Amiens. — **R**.
Société d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts. — Poitiers.
Société linnéenne de Bordeaux. — Bordeaux.
Société française d'hygiène (Président de la), 71, rue des Saints-Pères. — Paris.
Soehnée, 9, rue de Belzunce. — Paris.
Soleillet (Paul), Voyageur en Afrique. — Mazel par Villeraugue (Gard).
Dr Solles, Conseiller municipal, rue Sainte-Catherine. — Bordeaux.
Solvay. — Boitsfort-lès-Bruxelles (Belgique). — **F**
Solvay et Cie, usine de Varangeville-Dombasle, par Dombasle (Meurthe-et-Moselle). — F.
Sonrel (Jules), Professeur de physique au Lycée. — Alger.
Soret (Louis), Rédacteur des *Archives des Sciences naturelles*, 2, rue Beauregard. — Genève (Suisse).
Soret (Charles). — Genève.
Dr Soulages (C.), 54, rue d'Amsterdam. — Paris.
Souverbie (Saint-Martin), Conservateur du Muséum d'histoire naturelle. — Bordeaux.
Dr Spagnolini (Alessandro), Professeur d'histoire naturelle au Collège militaire. — Florence (Italie).
Spée (Eug.), Docteur ès sciences, 2, rue Monsigny, hôtel Dalayrac. — Paris.
Stanislas (E.), Conseiller municipal, rue Vauban. — Bordeaux.
Steinlen, maison Évêque et Cie, 31, rue Puits-Gaillot. — Lyon. — **R**
Dr Stéphan (E.), Professeur suppléant à l'École de médecine d'Alger, 18, rue Rovigo. — Alger.
Dr Strauss, Aide de clinique à la Faculté de Médecine, 27, rue Saint-André-des-Arts. — Paris.

*STŒCKLIN, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — Marseille.
STORCK, Ingénieur civil, 78, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Lyon.
*STORCK (Justin), Graveur, 24, rue des Missions. — Paris.
STROBL, 6, rue Saint-Géry. — Valenciennes.
STUREL (Emile), Etudiant, 56, rue Saint-Laurent. — Pont-à-Mousson.
*STUREL (Louis), 56, rue Saint-Laurent. — Pont-à-Mousson.
*SUC (Charles), Étudiant en médecine, 9, place du Panthéon. — Paris.
Dr SUCHARD. — 76, rue d'Assas à Paris, et aux bains de Levey. — Vaud (Suisse). — F
*SURELL, Ingénieur en chef des ponts et chaussées en retraite, Administrateur du Chemin de fer du Midi, 54, boulevard Haussmann. — Paris. — F
*SURUN (Émile), Pharmacien, 376, rue Saint-Honoré. — Paris.
*SWAYNE, Ministre protestant, Maître de l'Université d'Oxford, 16, rue de la Côte. — Le Havre.
*SYKES (Alfred), Solicitor. — Milesbridge near Huddersfield (Angleterre).
*TAINE (Albert), Pharmacien de 1re classe. — Fourmies (Nord).
*TALABOT (Paul), Directeur général des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, 10, rue Saint-Arnaud. — Paris. — F
*TALRICH (Jules), Statuaire, Modeleur d'anatomie des Facultés de Médecine de Paris et de Nancy, 97, boulevard Saint-Germain. — Paris.
TANRET (Charles), Pharmacien de 1re classe, 6, rue du Bois. — Troyes.
TARRADE (A.), Pharmacien, 65, avenue du Pont-Neuf. — Limoges (Haute-Vienne).
*TARRY (H.), Inspecteur des Finances, 46, boulevard Magenta. — Paris.
TASSIN, Député de Loir-et-Cher. — Noyers (Loir-et-Cher).
TASTET (Edouard), Négociant, 60, façade des Chartrons. — Bordeaux.
*TATIN (Victor), Ingénieur mécanicien, 9, rue Casimir-Delavigne. — Paris.
TAUPIER, Propriétaire, rue du Calvaire. — Nantes.
TAVERNIER (DE), Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Le Mans.
TCHEBICHEF, Membre de l'Académie. — Saint-Pétersbourg (Russie).
*TCHERNIACH, 1, carrefour de la Croix-Rouge. — Paris.
TÉALLIER, Secrétaire général de la Société d'Agriculture du Puy-de-Dôme. — Clermont-Ferrand.
Dr TEILLAIS, place du Cirque. — Nantes. — R
*TEISSET (Jules), Ingénieur des Arts et Manufactures, 6, rue des Jeûneurs. — Paris.
*Dr TEISSIER (Joseph), Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon, 16, quai Tilsitt. — Lyon.
*Dr TEISSIER, Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon, 16, quai Tilsitt. — Lyon. — R
TERQUEM, Professeur d'hydrographie. — Dunkerque.
TERQUEM (Alfred), Professeur à la Faculté des Sciences, 116, rue Nationale. — Lille. — R
*TERREIL, Aide naturaliste, 11, rue Royer-Collard. — Paris.
*TERRIER (Léon), Professeur au collège Rollin, avenue Trudaine. — Paris.
*TERRIER, Architecte, Secrétaire de l'École spéciale d'architecture, 136, boulevard Montparnasse. — Paris.
*TERRIER, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 22, rue Pigale. — Paris.
Dr TESTELIN (Achille), Sénateur, 16, rue de Thionville. — Lille.
TESSEIRE (Albert), 26, cours du Jardin-Public. — Bordeaux.
TESSEIRE (Omer), 26, cours du Jardin-Public. — Bordeaux.
TEULADE (Marc), Avocat, Membre de la Société de géographie et de la Société d'histoire naturelle de Toulouse, 10, rue Peyras. — Toulouse.
*TEXIER (Louis), Directeur de l'École de Médecine, Président de l'Association des médecins de l'Algérie. — Alger.
TEYTARD (abbé Jean-Baptiste), Curé. — Aubière (Puy-de-Dôme).
TEZENAS, percepteur. — Issoire (Puy-de-Dôme).
*THÉNARD (baron Paul), Membre de l'Institut, 6, place Saint-Sulpice. — Paris. — F
*THÉNARD (Mme la baronne), 6, place Saint-Sulpice. — Paris. — R.
THÉRY, Conseiller général. — Langon (Gironde).
THEVENET (Antoine), Professeur de mathématiques spéciales au Lycée, 40, rue de Lyre. — Alger.
*Dr THÉVENOT, 44, rue de Londres. — Paris.
THIBAULT, Ingénieur, Entrepreneur. — Saintes.
*THIBAUT (D.), Chef des travaux chimiques à la Faculté de Médecine de Lille, 4, rue des Augustins. — Lille.
THOMAS (Louis), Chirurgien en chef de l'hôpital de Tours, 19, boulevard Heurteloup. — Tours.

THOMAS (René), Étudiant en droit, 3, rue Lapeyrouse. — Toulouse.
*THOMAS (A.), notaire. — Montrouge (Seine).
*THOMSON, député de Constantine, 24, rue de la Bruyère. — Paris.
THONI, agent temporaire des Ponts et Chaussées, Chef de section au chemin de fer de Marvéjols à Mende. — Le Poujet, arrondissement de Saint-Flour (Cantal).
*Dr THORENS, 10, rue de Penthièvre. — Paris.
*Dr THULIÉ, 31, boulevard Beauséjour. — Paris. — R
*THUNEYSSEN (Émile), Étudiant, 35, faubourg Saint-Honoré. — Paris.
*Dr TISON, Docteur ès sciences naturelles, 31, rue des Missions. — Paris.
*TISSANDIER (G.), Chimiste, 3, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris.
*TISSANDIER (Albert), 3, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris.
*TISSERAND, Percepteur, 3, cours Sablon. — Clermont-Ferrand.
TISSEUR (Clair), Architecte, 10, rue de la Reine. — Lyon.
TISSEYRE (Albert), Archiviste de la section sud-ouest du club Alpin, 26, cours du 30 Juillet. — Bordeaux.
TISSIÉ-SARRUS, Banquier. — Montpellier. — F
TIXIER, Professeur à l'École de Médecine, 4, rue Barbançon. — Clermont-Ferrand.
TOFFART (Auguste), Secrétaire général de la mairie. — Lille.
*Dr TOLMATSCHEW (Nicolas) Clinique. — Kasan (Russie)
TONDUT (Albert), Procureur de la République. — Blaye.
*Dr TOPINARD (Paul), Sous-Directeur du Laboratoire d'anthropologie de l'École des hautes études, 97, rue de Rennes. — Paris.
*TORRILHON, Fabricant de caoutchouc, Chamalières près Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme.)
TOUCHALAUME, Avocat, rue de Strasbourg. — Nantes.
TOULAN, Pasteur. — Castillon (Gironde).
TOULON (Paul), Ingénieur des Ponts et Chaussées, Licencié ès lettres, Licencié ès sciences. — Muret (Haute-Garonne).
*Dr TOURANGIN (Gaston), Conseiller général de l'Indre, 20 *bis*, boulevard Voltaire. — Paris.
TOURASSE (Pierre-Louis), Propriétaire, Petit boulevard. — Pau. — F
*TOURNAIRE, Ingénieur en chef des Mines, 1, rue Gay-Lussac. — Paris.
*TOURNOUER (Raoul), Ancien président de la Société géologique de France, 43, rue de Lille. — Paris.
TOURTOULON (le Baron DE), Propriétaire. — Montpellier.
TOUSSAINT, Professeur à l'École vétérinaire. — Toulouse.
*Dr TOUSSAINT. — Mézières (Ardennes).
*Dr TOUTANT. — Marans (Charente-Inférieure).
Dr TRABUT, Médecin adjoint à l'hôpital civil. — Alger.
TRANNIN, Docteur ès sciences. — Arras.
TRAUTLET, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Vesoul (Haute-Saône).
*TRÉBUCIEN (Ernest), Manufacturier, 25, cours de Vincennes. — Paris. — F
TRÉLAT (R.), Avocat défenseur, conseiller municipal, 11, rue Bruce. — Alger.
*TRÉLAT (Émile), Architecte, Directeur de l'École spéciale d'architecture, 17, rue Denfert-Rochereau — Paris.
*TRÉLAT (Gaston), Architecte, 17, rue Denfert-Rochereau. — Paris.
*TRÉLAT (Ulysse), Membre de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté de Médecine, 33, rue Jacob. — Paris. — R
*TRESCA, Membre de l'Institut, Sous-Directeur du Conservatoire des arts et métiers, au Conservatoire. — Paris.
*Dr TRIPIER (Léon), Chargé de cours complémentaires à la Faculté de Médecine de Lyon, 17, rue Childebert. — Lyon.
Dr TROLLIER, Professeur à l'École de médecine, 1, rue Lamoricière. — Alger.
*TROMELIN (Gaston LE GOARANT DE), Membre de la Société géologique de France. — Château de Rosulien, près Quimper (Finistère).
TROUBETSKOÏ (Mme la princesse DE). — Bellefontaine, près Fontainebleau.
TRUCHOT, Directeur de la station agronomique du Centre, Professeur de chimie à la Faculté des Sciences, 4, barrière d'Issoire. — Clermont-Ferrand.
TRUTAT (Eugène), Conservateur du Musée d'histoire naturelle, 3, rue des Prêtres. — Toulouse.
TRYSTRAM, Conseiller général. — Dunkerque.
*TUCKIEWICZ, 170, boulevard de Strasbourg. — Le Havre.
*TURENNE (marquis DE), 26, rue de Berry. — Paris. — R
*UJFALVY (Ch. E. DE) Chargé de cours à l'école des langues orientales, professeur au lycée Henri IV, 38, rue Bellechasse. — Paris.

USSEL (vicomte D'), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 44, avenue des Champs-Elysées. — Paris.
*Dr VAILLANT (Léon), Professeur au Muséum, 8, quai Henri IV. — Paris. — **R**
VALAT, Professeur, ancien Recteur, 38, rue de Cursol. — Bordeaux.
*Dr VALCOURT (DE). — Cannes (Alpes-Maritimes).
*VALENCIENNES (A.) Directeur de l'usine de la pharmacie centrale de France, 317, avenue de Paris. — Saint-Denis.
Dr VALLANTIN (Jacques-Henri), 7, rue Tison-d'Argence. — Angoulème.
VALLÉE, Maire de Saint-Père-en-Retz (Loire-Inférieure).
VALLÉE (Alfred), Propriétaire. — Haute-Goulaine (Loire-Inférieure).
VALLERY-BLANC, Propriétaire. — Am-Bessem, province d'Alger.
*Dr VALLIN, Professeur d'hygiène au Val-de-Grâce, 50, boulevard St-Michel. — Paris.
*VANEY (Emmanuel), Conseiller à la Cour d'appel, 14, rue Duphot. — Paris. — **R**
VAN-ISEGHEM (Henri), Avocat, Conseiller général de la Loire-Inférieure, 1, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Nantes. — **R**
*VAN TIÉGHEM, Membre de l'Institut, Maître de conférences à l'École normale supérieure, 20, rue de l'Odéon. — Paris.
*VARIGNY (Henry DE), 53 *bis*, quai des Augustins. — Paris.
VARIOT, Ingénieur civil, 13, rue de Constantine. — Lyon.
VASSAL (Alexandre), Montmorency (Seine-et-Oise) et 124, rue Saint-Lazare. — Paris. — **R**
Dr DE VAURÉAL. — Biarritz.
VAURIGAUD, Président du Consistoire, 2, passage Saint-Yves. — Nantes.
*VAUTHIER (L.-L.), Conseiller municipal de la Ville de Paris, 13, rue Bréda. — Paris.
VAUTIER (Théodore), Étudiant, 46, rue Centrale. — Lyon. — **R**
VAUTIER (Émile), Ingénieur civil, 46, rue Centrale. — Lyon. — **F**
Dr VAYRON. — Lavallette (Charente).
*VÉE (Amédée), 24, rue Vieille-du-Temple. — Paris.
*VÉLAIN, Répétiteur des hautes études à la Sorbonne, 50, boulevard Saint-Germain. — Paris.
*VELDÈS (Ad.) rue du Bac-d'Asnières. — Clichy (Seine).
*VERDET (Gabriel), Président du Tribunal de commerce. — Avignon. — **F**
*Dr VERDIER. — Thiers (Puy-de-Dôme).
*VERDIN (Ch.) Constructeur d'instruments de précision pour la physiologie, 48, rue Monsieur le Prince. — Paris.
*Dr VERGELY, rue Castéja. — Bordeaux.
Dr VERGER (Th.) — Saint-Fort-sur-Gironde (Charente-Inférieure).
VERGNE (Comte DE LA), Propriétaire, 1, rue de Poissac. — Bordeaux.
VÉRITÉ (Gustave) Ingénieur civil, 5, rue St-Victor. — Le Mans.
VERLY, Rédacteur en chef de *l'Echo du Nord*. — Lille.
*VERMEIL (Alf.), Interne des hôpitaux, hôpital Saint-Louis. — Paris.
*VERNES (Félix), 29, rue Taitbout. — Paris. — **F**
*VERNES D'ARLANDES (Th.), 25, faubourg Saint-Honoré. — Paris. — **F**
*VERNEUIL, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine, 11, boulevard du Palais. — Paris. — **R**
*VERNON (Antoine), Ex-préparateur adjoint de chimie à l'École La Martinière de Lyon; chez M. Monnet, fabricant de couleurs. — La Plaine, près Genève (Suisse).
VEYRIN (Emile), Fondé de pouvoirs au Crédit lyonnais, Secrétaire de la Société d'économie politique. — Lyon. — **R**
*VEISSIÈRE (Marcelin), 32, rue Saint-Dominique. — Paris
VEZIN, Conseiller général de la Loire-Inférieure. — Saint-Nazaire.
*VIAL, Pharmacien, 1, rue Bourdaloue. — Paris.
VIAL, Agent principal de la Compagnie des Transatlantiques. — Le Havre.
Dr VIALA (Jules). — Rodez (Aveyron).
Dr VIBERT. — Puy-en-Velay.
VIEILLARD (Albert), 77, quai de Bacalan. — Bordeaux. — **R**
VIEILLARD (Charles), 77, quai de Bacalan. — Bordeaux.
VIEILLARD (Emile), Propriétaire, 39, rue des Gobelins. — Le Havre.
*VIELLARD (Henri), Manufacturier. — Morvillars (Haut-Rhin). — **R**
Dr VIENNOIS, 39, quai de la Charité. — Lyon.
*Dr VIEUSSE, Médecin-major au 92e de ligne. — Aurillac.
VIGERAL, Conseiller général du Puy-de-Dôme, Maire. — Vertaison (Puy-de-Dôme).
VIGNARD (Charles), Négociant, Licencié en droit, 6, rue Urvoy-de-Saint-Bédan. — Nantes.
VIGNERTE (Louis), rue du Centre. — Bagnères-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées).

*Vignes (Émile), Ingénieur, 15, rue Rougemont. — Paris.
Vignon (Léo), Docteur ès sciences, 4, place des Jacobins. — **Lyon.**
Vignon (J.), 45, rue Malesherbes. — Lyon. — **F**
Vignon (Mme), 45, rue Malesherbes. — Lyon.
*Dr Viguier, Pharmacie centrale, 3, rue Sainte-Marie. — **Lyon.**
Viguier (Hilaire), Professeur à la Faculté des sciences. — **Montpellier.**
*Villat (Victor), Propriétaire, quai Saint-Julien. — Tournon.
Ville (Georges), Professeur de physique végétale au muséum d'histoire naturelle, 43 *bis*, rue de Buffon. — Paris.
Villette (Ch.), Négociant, allées Damour. — Bordeaux.
Vinay (Henri), ancien Député. — Au Puy (Haute-Loire).
Vincent (Auguste), 9, rue d'Orléans. — Bordeaux.
Dr Vincent, 11, rue d'Isly. — Alger.
Vincent (H.-M.), Préparateur à la Faculté des sciences, 9, rue de l'Argenterie — Montpellier.
Vinchon, Propriétaire, rue Traversière. — Roubaix.
*Vinot, Directeur du *Journal du Ciel*, cour de Rohan. — **Paris.**
*Violle, Professeur à la Faculté des Sciences. — Lyon.
*Vissière, Constructeur d'instruments de précision, 15, rue de Paris. — **Le Havre.**
Vitz, Négociant, 22, place Louis XVI. — Le Havre.
Vizien, Chef des travaux à la Compagnie transatlantique, 35, quai d'Orléans. — Le Havre.
*Vogt (G.), Ingénieur, 14, rue de Rivoli. — Paris.
*Dr Voisin (Auguste), 16, rue Séguier. — Paris. — **F**
*Voisin-Bey, Ingénieur en chef des ponts et chaussées, 5, rue Aubert. — **Paris.**
Voruz, Industriel, 2, rue Linnée. — Nantes.
Voruz fils (Antony), Ingénieur civil, 52, rue de Gigant. — **Nantes.**
Vourloud, Ingénieur civil, 38, rue de la Reine. — Lyon.
*Vuigner (H.), Ingénieur civil des Mines, 28, rue de l'Université. — **Paris.**
Vuillemin, Directeur des Mines. — Aniche.
*Vuillemin (Georges), Ingénieur civil des Mines, Secrétaire du Conseil d'administration de la Compagnie des mines d'Aniche. — Aniche (Nord).
Wahl (Maurice), Professeur d'histoire au lycée. — Alger.
*Wallace (sir Richard), 2, rue Laffitte. — Paris. — **F**
Wallaert (Auguste), Filateur, 28, boulevard de la Liberté. — **Lille.**
Wallaert (Édouard), Propriétaire, rue Notre-Dame. — Lille.
Dr Walzenski, 5, rue Bonne-Louise. — Nantes.
*Dr Warmont (Aug.), Ancien interne des hôpitaux de Paris, médecin honoraire de la Manufacture de Saint-Gobain, 50, rue du Four Saint-Germain. — Paris.
*Warmont (Paul), Elève au Lycée Louis-le-Grand, 50, rue du Four Saint-Germain. — Paris.
Wartelle, Blanchisserie de fils et tissus, 191, rue de Paris. — Herrin (Nord).
Wattier, Négociant, — Quévauchamps, près Tournai.
*Dr Wecker (de), 55, rue du Cherche-Midi. — Paris.
Weil, Ingénieur des manufactures de l'État, à la Manufacture des tabacs. — Nantes.
Weiss (Albert), 15, rue de la Grange. — Lyon-Vaise.
Wendling (Félix), Médecin communal. — La Maison-Carrée (Province d'Alger).
Westphalen, Négociant, 29, rue de la Ferme. — Le Havre.
Wheeler (Silbert), Professeur de chimie, Chicago-University. — Chicago (Illinois) (United States.)
*Wickham (Georges), Président de la chambre syndicale des instruments et appareils de l'art médical, 16, rue de la Banque. — Paris.
*Wickham (Henri), Externe des hôpitaux, 16, rue de la Banque. — Paris.
Wilde (de), Chimiste, 42, rue Traversière. — Bruxelles (Belgique).
*Willm, Chef des travaux chimiques à la Faculté de médecine, 82, boulevard Montparnasse. — Paris. — **R**
*Winter, Négociant, 42, rue Jean-Jacques-Rousseau. — Paris.
Witz (Georges), Chimiste, Vice-Président de la Société industrielle de Rouen, place des Carmes. — Rouen.
Wolf, Ingénieur des Ponts et Chaussées, rue Paulin. — Bordeaux.
Woillez, Membre de l'Académie de médecine, Médecin des hôpitaux, 43, rue de la Chaussée-d'Antin. — Paris.
*Dr Wollaston (J.). — Cannes.
*Worms (Fernand), 14, rue Royale. — Paris.

*Dr WORTHINGTON (L.-S.), 36, rue des Écuries-d'Artois. — Paris.
WOUTERS, Rentier, 2, rue Pleuvry. — Le Havre.
*WURTZ (Adolphe), Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté de Médecine et à la Faculté des Sciences, 27, rue Saint-Guillaume. — Paris. — **F**
*WURTZ (Théodore), 40, rue de Berlin. — Paris. — **F**
*WYROUBOFF (G.), Docteur ès sciences, 127, boulevard Saint-Germain. — Paris.
*XAMBEU, Professeur au Collége. — Saintes (Charente-Inférieure).
Dr YARROW (H.-C.). Smithsonian Institute. — Washington (United-States).
*YVER (P.), ancien Élève de l'École polytechnique, 62, rue Saint-Lazare. — Paris.
YVER. — Briarre (Loiret).
YVERNÈS, Avocat, Sous-Préfet. — Sainte-Affrique (Aveyron).
*ZEILLER (René), Ingénieur des Mines, 43, rue de Rennes. — Paris.
ZURCHER (Philippe), Ingénieur des Ponts et Chaussées, attaché au service de la Marine, faubourg du Morillon, 7, rue Saint-François. — Toulon (Var).

LISTE DES DÉLÉGUÉS DES MINISTÈRES

ET DE LA PRÉFECTURE DE LA SEINE

AU CONGRÈS DE PARIS

MINISTÈRE DE LA GUERRE

FAY, Colonel d'état-major. Chef du bureau de l'organisation et de la mobilisaton de l'état-major général.
MANGIN, Lieutenant-Colonel du Génie.

MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

WATTEVILLE (baron DE), Chef de la division des sciences et des lettres.

MINISTÈRE DE LA MARINE

CLOUÉ, Vice-Amiral, Directeur général du dépôt des cartes et plans.
GERVAIZE, Inspecteur général du génie maritime.
DE JONQUIÈRES, Contre-Amiral.
LE GROS, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, chargé de l'inspection générale des travaux maritimes.
ROCHARD, Inspecteur général du service de santé de la marine.
BOUQUET DE LA GRYE. Ingénieur hydrographe de 1re classe.

PRÉFECTURE DE LA SEINE

[illegible], Secrétaire général.

LISTE DES SAVANTS ÉTRANGERS

AYANT ASSISTÉ AU CONGRÈS DE PARIS.

MM.

ABAKANOWICZ (Bruno), Professeur libre de mécanique appliquée à l'Ecole polytechnique de Léopold (Autriche).
AGOSTINO VICENTE LOURENÇO (Dr), Professeur de Chimie à l'Ecole polytechnique de Lisbonne.
ANOUTCHINE (D.), envoyé par le gouvernement russe en mission scientifique, délégué de la Société Impériale des Amis des sciences naturelles de Moscou à l'Exposition universelle.
ARCHIPOFF (Jean), Professeur de chimie à l'Ecole technique de Moscou.
BALBIANI (Dr), de Londres.
BASTIAN (H.-Charlton), M. D., F. R. S., Professeur d'anatomie pathologique. University-College (Londres).
BAUMHAUER (E.-M. DE), Secrétaire perpétuel de la Société hollandaise des sciences, à Harlem.
BAXT (Nic.), Professeur en Russie.
BENEDIKT (Maurice), Professeur à la Faculté de médecine de Vienne. (Autriche).
BETOCCHI (Alexandre), ancien Professeur à l'Université de Rome, membre de l'Académie des sciences de Rome (Lincei), Ingénieur, Inspecteur du Génie civil du royaume d'Italie, Membre du Conseil supérieur des Travaux publics.
BIGGS, Editeur et Directeur de l'*Electrician* de Londres.
BILLI (Luigi), Directeur de l'hôpital de Sainte-Marie-Nouvelle, à Florence.
BLAMIRES (Thomas), Manufacturier, à Huddersfield (Angleterre).
BLEILE (A.-M.), Docteur-médecin à Columbus (Ohio).
BOGDANOF (Anatole), Professeur de zoologie, à Moscou.
BRADLEY (John Thomes), Chimiste à Longwood-Huddersfield (Angleterre).
BROADBENT (D.-S.-T.), Professeur à l'École de Médecine de Sainte-Marie (Londres).
BROCH (Dr C.-J.), ancien Ministre, Professeur à l'Université de Christiania, Correspondant de l'Institut (Académie des sciences).
BUYS-BALLOT, Directeur de l'Institut royal météorologique des Pays-Bas.
CABELLO Y BRULLER (Vicente), Médecin-Major de la Marine d'Espagne, à Algésiras.
CAMPARI (Giacomo) Professeur de chimie, à Parme.
CANDÈZE (Dr Ernest), Secrétaire général de la Société générale des sciences de Liége (Belgique).
CANNIZZARO (Stanislas), Professeur à l'Université de Rome.
CAPELLINI (Jean), Commandeur, Professeur de géologie a l'Université de Bologne (Italie).
CERVIOTTI (Dr).
CIESIELSKI (Dr), Professeur de botanique à Léopold (Autriche).
COLLINS (Jérôme-I.) Chef du bureau météorologique du *New-York Herald*.
CORRENTI (sénateur), Président de la Société italienne de géographie.
CORTEJARENA (Francisco DE), Professeur à la Faculté de médecine de Madrid.
CROWTHER (Wm), Chimiste à Quarneby (Huddersfield).
CUÉNOUD (Samuel), Professeur, Directeur de l'Hôpital cantonal de Lausanne (Suisse).
CURREY (Elliot S.), Membre de l'Institut des ingénieurs civils de Londres.
CYON (Casimir), Ingénieur à Moscou (Russie).
DAN DAWSON, Chimiste à Huddersfield.
DAVIDSON (A.), Docteur en médecine, à Aberdeen (Ecosse).

DECHTEREFF (Dr W.), à Saint-Pétersbourg (Russie).
DENZA (Le Père), Directeur de l'Observatoire de Moncalieri (Italie).
DERSCHOW (Baron DE), Conseiller d'Etat, Ingénieur.
DEWALQUE, Professeur à l'Université de Louvain.
DUFOUR (Henri), Professeur de physique à l'Académie de Lausanne (Suisse).
DUFOUR (Charles), Professeur à Morges (Suisse).
DOUGLAS-GALTON (F. R. S.), Secrétaire général de la « British Association for the advancement of science. »
EASTRAND (A.-G.), Professeur agrégé à l'Université d'Upsal (Suède).
FAVRE (Alphonse), Professeur de Géologie à l'Académie de Genève.
FERRARI, Pharmacien à Madrid.
FILEMONOFF (V.), Ingénieur technologiste à Koursk (Russie).
FRANCHIMONT (A.-P.-N.), Professeur à Leyde (Pays-Bas).
FRANKLAND (E.), Membre de la Société royale de Londres, correspondant de l'Académie des sciences.
GALEB (Osman), Professeur à l'Ecole de médecine du Caire (Egypte).
GAMGEE (Dr Arthur), Membre de la Société royale de Londres, Professeur de physiologie à Manchester.
GASCO (François), Professeur de zoologie et d'anatomie à l'Université de Gênes.
GILBERT, Professeur à l'Université de Louvain.
GIACOMINI, Professeur d'anatomie à l'Université de Turin.
GOLDFLAM (Dr Samuel), de Varsovie.
GOVI, Professeur à l'Université de Turin.
GRAD (Ch.), Député au Reichstag, Membre de la délégation d'Alsace-Lorraine, à Mulhouse.
GUARINI (Comte Jean), Député au Parlement italien, Membre de l'Académie des Georgofili (Florence), à Forli (Italie).
GUNNING, Professeur à Amsterdam.
HAECKEL (Ernest), Professeur de zoologie à l'Université d'Iéna.
HAGENBACH (Edouard), Professeur de physique à l'Université de Bâle (Suisse).
HARDY (John), Membre honoraire de la Société des Etudiants scientifiques à Manchester.
HART (Ernest), Chirurgien des hôpitaux. Président du Conseil national (Health Society); Rédacteur en chef du *British medical journal* à Londres.
Dr HARTMANN (O.), Assistant de chimie à l'Université de Tubingen.
HARTIG (M.), Professeur de biologie à Manchester, Membre étranger du Congrès de botanique.
HARTOG (Mme), Membre étranger du Congrès de botanique.
HELLAND (Amand), professeur de géologie à Christiana (Norwége).
HENRY (Louis), Professeur à l'Université de Louvain.
HOFFMEYER (N.), Directeur de l'Institut météorologique danois.
HORVATH (Dr Alexis), à Kieff (Russie).
HORWATH, Professeur à l'école polytechnique de Buda-Pest.
JACCARD (Auguste), Professeur de géologie à l'Académie de Neuchâtel (Suisse).
JARMAIN (Georges), Chimiste à Huddersfield.
JENKINS (Dr Thomas-E.), Commissaire des Etats-Unis et Membre du Jury à l'Exposition universelle. — Louisville (Kentucky).
JORISSENNE (Gustave), Docteur en médecine, Secrétaire de la Société de médecine publique de Belgique.
JOY (Charles A.) de New-York, ancien Professeur de Chimie.
KANANOFF (Georges), Conseiller d'Etat actuel; Inspecteur de l'Institut des langues orientales à Moscou.
KAPOSI (Dr), Professeur. — Vienne (Autriche).
KOUSNETZOFF (S.), Ingénieur des mines à Saint-Pétersbourg.
LAMANSKY (Serge), Professeur à l'Université de Varsovie.
LANCIA DI BROLO (le duc) de Palerme.
LANKESTER (E. Ray), Professeur de zoologie, University College (Londres et Exeter College (Oxford).
LIGUINE (V.), Professeur à l'Université (Odessa).
LONDEN (Hjalmar).
LOSADA (Dr C. F. DE), de Madrid.
LOURENÇO (Dr Agostinho Vicente), Professeur de chimie à l'école polytechnique de Lisbonne.

LUCA (S. DE), Professeur à l'Université de Naples (Italie).
LUNDGREN (Bernhard), Professeur E. O. à l'Université de Lund (Suède).
LUSCHAN (Dr), Membre de la Société d'Anthropologie de Vienne.
MAC LACHLAN (Robert), Entomologiste à Londres.
MANIER (A.). Professeur à Oxford.
MARCHI (Pietro), Professeur de zoologie au muséum d'Histoire naturelle de Florence.
MICHELI (Marc), Botaniste à Genève.
MOSCA (Louis), Agrégé de pharmacie à l'école de Turin.
MOLON (François), Ingénieur, de Vicence.
CH. MONTIGNY, Membre de l'Académie de Belgique.
MULDER (E.), Professeur à l'Université d'Utrecht (Pays-Bas).
MULLER (Émile-Mathias), Professeur à Tachkend (Turkestan russe).
NARDIZ (Dr), de New-York.
NILSON (L.-F.), Professeur de chimie à l'Université d'Upsal (Suède).
NYLANDER (Dr), Membre de la Société botanique.
OBREEN (Adrien-Louis), Ingénieur, correspondant du *Nieuwe Rotterdamche Courant*.
OBST (Hermann), Directeur du Musée ethnographique de Leipzig.
Dr ŒWRE, de Christiania (Norwége).
PACCHIOTTI, Professeur à la Faculté de médecine de Turin.
PARK-HARRISON (J.), Membre de l'Institut anthropologique et de la Société météorologique de Londres.
PASQUALINI, Directeur de la station agronomique de Forli.
PÉRARD (L.), Professeur à l'Université de Liége.
PISATI, Professeur de physique à l'École des ingénieurs de Rome.
PLATEAU (F.), Professeur à l'Université de Gand.
POLICHRONIE (Dr C.-A.), Professeur d'hygiène et médecin des hôpitaux à Bucharest. Directeur de la *Revue médicale roumaine*.
PORGESINSKY (Denis), Professeur de l'École impériale technique, à Moscou.
PORTA (Carlo), Docteur en médecine et chirurgie.
RAGONA (D.), Directeur de l'Observatoire royal de Modène.
REITLINGER (Benno), Élève ingénieur à Zurich (Suisse).
RIBEIRO (C.), chef des travaux géologiques à Lisbonne.
RICCI (le marquis Joseph), Lieutenant-général en retraite (Turin).
ROTTENSTEIN (Dr J.-B.).
SCAIFE (Lucien), Ingénieur civil, commissaire honoraire des États-Unis, près l'Exposition.
SCHMIDT (Valdemar), professeur à l'Université de Copenhague (Danemark) et secrétaire général du commissariat de Danemark à l'Exposition universelle; délégué spécial pour l'Exposition des sciences anthropologiques.
SCHMOULEWITCH (Dr J. DE), Chef de la statistique médicale militaire à Saint-Pétersbourg.
SEBASTIAN (D. Candido), Major de l'artillerie espagnole (Madrid).
SEBERT, Journaliste norwégien.
SECO-BALDOR (J.), Professeur de clinique médicale à l'Université de Madrid.
SMESTER (Dr A.).
SMITH (Henri, J. S.) Professeur de géométrie à Oxford.
SPAGNOLINI (Alessandro), Professeur d'histoire naturelle au collége militaire de Florence.
SPOTTISWOODE (Wm), Président de la *British Association for the advancement of science*.
STIEDA (L.), Professeur de l'Université, à Dorpat, (Russie), Conseiller d'Etat actuel.
STIRRUP (Mark), Membre de la Société géologique de Londres.
STIRTING (William) D. S. D., Professeur Marischal College Aberdeen (Ecosse).
SYKES (Alf.) Solicitor, Huddersfield (Angleterre).
SYMONS.
SZABO (Dr Joseph), Professeur de minéralogie et géologie à Budapest (Hongrie.)
TACCHINI (Pierre), Astronome à Palerme.
TAGLIAFERRO (Napoléon), Professeur de mathématiques à Malte.
TCHEBICHEF, Professeur à l'Université de Saint-Pétersbourg.
THOMPSON (Silvanus, P.), Professeur de physique à University College (Bristol). Membre de la Société de physique de Londres.
TOLMATSCHEW (Dr Nicolas), Kasan (Russie).
TREMESCHINI.
TURNER (William), Professeur d'anatomie (Edimbourg).

Tschirew (Dr S.).
Valerius (H.) Professeur de physique à l'Université de Gand; Correspondant de l'Académie royale de Belgique.
Vernon-Harcourt, Professeur à l'Université d'Oxford.
Vilanova y Piera (Dr Don Juan), Professeur de paléontologie à Madrid (Université centrale).
Watson (Wm) Membre de l'Académie américaine des arts et sciences.
Wheeler (C. Gilbert), Professeur de chimie à l'Université de Chicago, (U. S.).
White (John).
Wiley (H.-W.) Professeur de chimie. Lafayette, Indiana U. S. A.
Williamson (James), Professeur de physique à Kingston (Canada).
Winkler (F.-C.), Docteur ès sciences, conservateur au musée Teyler à Haarlem, (Hollande).
Wladimirsky (Alexis), Professeur de physique à l'Ecole impériale technique de Moscou.
Zengel (K.W.), Professeur à Prague (Hongrie).
Zeuthen (H.-G.), Professeur à l'Université de Copenhague.

LISTE DES SOCIÉTÉS SAVANTES

QUI SE SONT FAIT REPRÉSENTER AU CONGRÈS DE PARIS.

Académie d'Hippone, représentée par M. E. Rolland, sous-chef de bureau à la direction générale des Manufactures de l'État.
Académie des Sciences, Agriculture, Arts et Belles-Lettres d'Aix, représentée par M. le Comte de Saporta, son secrétaire perpétuel.
Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, représentée par M. Rivière, professeur de physique à l'École supérieure des sciences et au Lycée Corneille.
Reale academia di Scienze, lettere ed arti di Modène, représentée par M. le professeur Domenico Ragona, directeur de l'Observatoire de Modène.
Chambre de Commerce de Bordeaux, représentée par M. Adrien Bonnet.
Société d'Acclimatation, représentée par M. C. Millet.
Société des Agriculteurs de France, représentée par M. le Dr Marjolin, chirurgien des hôpitaux,
Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts de la Marne, représentée par M. Doutté, professeur à l'École normale primaire de Châlons.
Société d'Agriculture, Sciences et Arts d'Agen, représentée par le Dr Laboulbène, membre de l'Académie de médecine, professeur agrégé à la Faculté, médecin des hôpitaux, et M. l'abbé Hébrard, chanoine titulaire de la cathédrale d'Agen.
Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen, représentée par M. Georges Viret,
Société de Biologie, représentée par M. le Dr Dumont-Pallier, médecin des hôpitaux, son secrétaire général.
Société de Chirurgie de Paris, représentée par son Bureau.
Société Eduenne, représentée par M. Renault, docteur ès sciences, aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle.
Société d'Émulation de la Vendée, représentée par M. Vassilières, professeur départemental d'agriculture à la Roche-sur-Yon.
Société d'Études scientifiques d'Angers, représentée par M. l'abbé Rouchy.
Société Française d'Hygiène, représentée par M. le Dr Pietra-Santa.
Société de Géographie, représentée par MM. Maunoir, secrétaire général et Duveyrier.
Société de géographie commerciale de Paris, représentée par M. le comte Meyners-d'Estrey et Henry Bionne.

SOCIÉTÉ des Ingénieurs civils, représentée par M. Tresca.
SOCIÉTÉ d'Histoire naturelle de Toulouse, représentée par M. Bidaud, son président.
SOCIÉTÉ Linnéenne du Nord de la France, représentée par M. Vion (René).
SOCIÉTÉ Mathématique de France, représentée par M. le prince Camille de Polignac
SOCIÉTÉ de Médecine de Paris, représentée par M. le Dr Reliquet.
SOCIÉTÉ de Médecine, Chirurgie et Pharmacie de Toulouse, représentée par M. Molinier, son vice-président.
SOCIÉTÉ de Médecine et de chirurgie pratique de Montpellier, représentée par M. le Dr Roustan.
SOCIÉTÉ d'Émulation de Montpellier, représentée par M. le Dr De Martin (Louis), correspondant de la Société centrale d'agriculture de France.
SOCIÉTÉ Médico-pratique de Paris, représentée par M. le Dr A. Cerviotti, son secrétaire archiviste.
SOCIÉTÉ nationale havraise d'Études diverses, M. l'abbé Valette.
SOCIÉTÉ Nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg, représentée par M. Le Jolis, son directeur.
SOCIÉTÉ de Pharmacie de Paris, représentée par M. Méhu, son président.
SOCIÉTÉ de Pharmacie de l'Indre, représentée par M. Thomas (Félix), d'Argenton-sur-Creuse (Indre).
SOCIÉTÉ de Pharmacie de Bordeaux, représentée par M. Léon Perier.
SOCIÉTÉ Polymathique du Morbihan, représentée par M. Monteil, professeur de sciences au collége de Vannes.
SOCIÉTÉ de Physique.
SOCIÉTÉ des Sciences, Lettres et Arts de l'Aveyron, représentée par M. le Dr Albespy.
SOCIÉTÉ des Sciences médicales de Gannat (Allier), représentée par M. le Dr Victor Pereton, de Commentry.
SOCIÉTÉ des Sciences médicales de Lyon, représentée par le Dr Chassagny.
SOCIÉTÉ des Sciences Naturelles de la Charente-Inférieure, représentée par M. Lusson (Frédéric).
SOCIÉTÉ de Topographie, représentée par M. Hennequin, son président.
SOCIÉTÉ Vétérinaire de Seine-et-Marne, Seine-et-Oise et Loiret, représentée par MM. Callin et Rossignol.

ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

Tenue à Paris le 29 août 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FREMY, MEMBRE DE L'INSTITUT, PROFESSEUR AU MUSÉUM ET A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

— *Extrait du procès-verbal.* —

Le Président annonce que deux villes ont adressé des invitations pour les prochaines sessions et ont envoyé des délégués chargés de les représenter et d'appuyer leurs demandes : Reims et Alger. Les délégués de cette dernière ville ayant fait connaître qu'il y aurait quelque avantage à ce que le congrès tenu dans cette ville eût lieu seulement en 1881, le Conseil d'administration propose de désigner Reims comme lieu de réunion de la session de 1880.

Cette proposition est adoptée.

Il est procédé au vote pour l'élection d'un vice-président et d'un vice-secrétaire général qui doivent être pris respectivement dans le premier et le second groupes.

M. Krantz, sénateur, inspecteur général des ponts et chaussées, commissaire général de l'Exposition universelle de 1878, est nommé vice-président; M. Merca-

dier, ingénieur des télégraphes, répétiteur à l'École polytechnique, est nommé vice-secrétaire général.

L'Assemblée générale approuve plusieurs vœux émis par les sections.

L'Assemblée adopte les propositions faites par les diverses sections pour la nomination des délégués. (*Voir ci-après le tableau des délégués.*)

Le Président propose, au nom du Conseil d'administration, et l'Assemblée vote, à l'occasion de la session de Paris, des remerciements au Conseil municipal de Paris et au préfet de la Seine, au ministre de l'instruction publique, au ministre de la guerre et au ministre de l'agriculture et du commerce, au vice-recteur de la Faculté de Paris, au proviseur et à l'économe du lycée Saint-Louis, à la Chambre de commerce de Paris, au conseil d'administration de l'École Monge, au directeur et au sous-directeur du Conservatoire des arts et métiers, aux industriels qui ont ouvert leurs usines aux membres de l'Association, et aux Compagnies de chemins de fer qui, par les facilités qu'ils ont accordées aux membres de l'Association, ont contribué à l'éclat de la session.

Le Président déclare close la session de Paris.

CONSEIL D'ADMINISTRATION

BUREAU

MM. **BARDOUX**, Ministre de l'Instruction publique, Député du Puy-de-Dôme. . . . . *Président.*

KRANTZ, Sénateur, Inspecteur général des ponts et chaussées, Commissaire général de l'Exposition universelle. . . . . *Vice-Président.*

SAPORTA (le comte DE), Correspondant de l'Institut . . . . *Secrétaire général.*

MERCADIER, Ingénieur des télégraphes, Répétiteur à l'École polytechnique. . . . . *Vice-Secrétaire général.*

MASSON (G.), Libraire-Éditeur. . . . . *Trésorier.*

GARIEL (C.-M.), Ingénieur des ponts et chaussées, agrégé libre à la Faculté de médecine de Paris. . . . . *Secrétaire du Conseil.*

PRÉSIDENTS, SECRÉTAIRES ET DÉLÉGUÉS DES SECTIONS

1^re^ et 2^e^ Sections.

Collignon, *Président.*
Lucas, *Secrétaire.*
Mannheim.
Em. Lemoine.
Perrier.

—

Laisant, *Président pour 1879.*

3^e^ et 4^e^ Sections.

L. Reynaud, *Président.*
Hirsch, *Secrétaire.*
Marchegay.
Aubert.
Hirsch.

—

Bouquet de la Grye, *Pr. p. 1879.*

5^e^ Section.

Cornu, *Président.*
Mercadier, *Secrétaire.*
Gavarret.
Lallemand.
D'Almeida.

—

Crova, *Président pour 1879.*

6^e^ Section.

Wurtz, *Président.*
Cazeneuve, *Secrétaire.*
Gautier.
Friedel.
Grimaux.

—

Chancel, *Président pour 1879.*

7^e^ Section.

Hervé-Mangon, *Président.*
Tarry, *Secrétaire.*
Piche.
Angot.
Tarry.

—

Fines, *Président pour 1879.*

8^e^ Section.

De Saporta, *Président.*
Lennier, *Secrétaire.*
Chantre.
Cotteau.
Des Cloizeaux.

—

Cotteau, *Président pour 1879.*

9^e^ Section.

Baillon, *Président.*
De Lanessan, *Secrétaire.*
De Seynes.
Tison.
Dutailly.

—

Baillon, *Président pour 1879.*

10^e^ Section.

De Quatrefages, *Président.*
Lataste, *Secrétaire.*
Pouchet.
J. Chatin.
L. Bureau.

—

Sabatier, *Président pour 1879.*

11^e^ Section.

Bertillon, *Président.*
Girard de Rialle, *Secrétaire.*
Hovelacque.
De Mortillet.
Topinard.

—

Thulié, *Président pour 1879.*

12^e^ Section.

Teissier père, *Président.*
Pozzi, *Secrétaire.*
Verneuil.
Potain.
Bergeron.

—

Gubler, *Président pour 1879.*

13^e^ Section.

Thénard (le Baron), *Président.*
Livache, *Secrétaire.*
L'Hoote.
Barral.
Dehérain.

—

Barral, *Président pour 1879.*

14^e^ Section.

Maunoir, *Président.*
Capitaine, *Secrétaire.*
Durand (l'abbé).
Hureau de Villeneuve.
Hamy.

—

Duveyrier, *Président pour 1879*

15^e^ Section.

Frédéric Passy, *Président.*
J. Lefort, *Secrétaire.*
Bouvet.
Alglave.
J. Lefort.

—

Frédéric Passy, *Président pour 1879.*

CONGRÈS DE PARIS

PROGRAMME DE LA SESSION

22 Août. — A 10 heures et demie du matin, Conseil d'administration. — A 2 heures et demie, Séance d'ouverture au grand Amphithéâtre de la Sorbonne.

23 Août. — A 8 heures et demie du matin, Séances de sections. — Dans la journée, Visites industrielles : Imprimerie Chaix, Orfévrerie Christofle, Cristallerie de Clichy. — A 8 heures et demie du soir, Conférence : L'Hôpital, origines et rôle social ; état actuel ; améliorations à exécuter et à rechercher, par M. le Dr Trélat, professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

24 Août. — A 8 heures et demie du matin, Séances de sections. — Dans la journée, Visites scientifiques et industrielles : Visite scolaire, Collége Chaptal, École Monge, Groupe scolaire, Salle d'asile, École libre des Sourds-Muets ; Forges et Fonderies Daliful ; Fabrique de papiers peints Jouanny.

25 Août. — Excursion à l'École agronomique de Grignon.

26 Août. — A 8 heures et demie du matin, Séances de sections. — Dans la journée, Visites scientifiques et industrielles : Ballon captif de Giffard ; Manufacture des tabacs ; Pharmacie centrale Dorvault à Saint-Denis ; Ateliers de construction Cail. — A 8 heures et demie du soir, Conférence : Étude graphique des moteurs animés, par M. Marey, professeur au Collége de France.

27 Août. — A 8 heures et demie du matin, Séances de sections. — Dans la journée, Visites scientifiques et industrielles : Égout collecteur ; École Turgot ; Fabrique de jumelles de Lemaire ; Fabrique de couleurs d'aniline de Poirrier, à Saint-Denis ; Teinturerie Francillon, à Puteaux. — A 8 heures et demie du soir : Soirée scientifique au Conservatoire des Arts-et-Métiers.

28 Août. — A 8 heures et demie du matin, Séances de sections. — Dans la journée, Visites scientifiques et industrielles : Observatoire national ; Catacombes ; Observatoire météorologique de Montsouris ; Réservoir de Montrouge ; Faïencerie Boullenger de Choisy-le-Roi. — A 8 heures et demie du soir, Conférence : Nouveaux progrès de l'astronomie physique, par M. Janssen, membre de l'Institut.

29 Août. — A 8 heures du matin, Séances de sections. — Dans la journée, Visites scientifiques et industrielles : Utilisation agricole des eaux d'égout, à Gennevilliers ; Observatoire d'astronomie physique de Meudon, Usine à gaz de La Villette. — A 3 heures, Assemblée générale, Clôture de la Session.

30 Août. — Visites à la poudrerie de Sevran ; Expériences sur les corps explosifs. — Visite à la Fabrique de chocolat de Menier, à Noisiel. Le soir, réception au Ministère de l'Instruction publique.

La session de 1878 a été préparée par les soins d'un comité d'organisation dont nous donnons ici la composition :

MM. Frémy, Membre de l'Institut, professeur au Muséum et à l'École polytechnique, *Président.*

Bardoux, Ministre de l'instruction publique, député du Puy-de-Dôme, *Vice-président.*

Perrier, Commandant d'état-major, membre du bureau des longitudes, *Secrétaire général.*

Saporta (le Comte de), Correspondant de l'Institut à Aix, *Vice-Secrétaire général.*

Masson (G.), Libraire-Éditeur, *Trésorier.*

Gariel (C.-M.), Ingénieur des ponts et chaussées, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, *Secrétaire du Conseil.*

Angot (Alfred), Professeur au lycée Fontanes, *Membre de la commission permanente d'organisation du Congrès.*

Bischoffsheim (Raphaël-Louis), ancien banquier.

Dr Bourneville, Conseiller municipal.

Broca (P.), Membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine, ancien Président de l'Association.

Caubet, *Délégué de la commission du Conseil municipal.*

Chantre, Sous-directeur du Muséum d'histoire naturelle de Lyon, *Membre de la commission permanente d'organisation du Congrès.*

Clamageran, Avocat, Conseiller municipal.

Cusset, Imprimeur, Conseiller municipal.

Eichthal (D'), Président du Conseil d'administration des chemins de fer du Midi, ancien président de l'Association.

Friedel, Professeur à la Faculté des sciences, *Membre de la commission permanente d'organisation du Congrès.*

Germer-Baillière, Libraire-éditeur, Conseiller municipal.

Harant, *Délégué de la commission du Conseil municipal.*

MM. HÉRISSON, *Délégué de la commission du Conseil municipal.*
HOVELACQUE, Professeur à l'École d'anthropologie, Conseiller municipal.
LAUTH, Chimiste, Conseiller municipal.
MANNHEIM, Chef d'escadron d'artillerie, professeur à l'École polytechnique, *Membre de la commission permanente d'organisation.*
QUATREFAGES (DE), Membre de l'Institut, professeur au Muséum, ancien président de l'Association.
Dr THULIÉ, Conseiller municipal.
VAUTHIER, Conseiller municipal.
WURTZ, Membre de l'Institut, doyen honoraire de la Faculté de médecine, Professeur à la Faculté de médecine et à la Faculté des sciences, ancien président de l'Association.

MEMBRES DE LA COMMISSION MUNICIPALE.

MM. HÉRISSON, Président du Conseil municipal.
Dr BOURNEVILLE, Conseiller municipal,
CADET, —
CAUBET, —
COMBES (François), —
DELIGNY, —
DUBOIS, —

MM. HARANT, Conseiller municipal.
HENRICY, —
LACROIX (Sigismond), —
Dr LEVRAULT, —
Dr LOISEAU, —
MARTIN (Charles), —
MORIN, —
VAUZY. —

SÉANCES GÉNÉRALES

SÉANCE D'OUVERTURE

22 août 1878

PRÉSIDENCE DE M. E. FREMY

M. E. FREMY

Membre de l'Institut, Professeur au Muséum et à l'École polytechnique,
Président de l'Association.

LA SOUDE ET L'ACIER EN 1878

Messieurs,

C'est une pensée généreuse de patriotisme qui a présidé à la fondation de l'*Association française pour l'avancement des sciences ;* c'est elle qui explique la sympathie générale que vous inspirez et le succès qui a couronné vos efforts.

Vous avez compris que pour effacer de tristes souvenirs et rendre à notre pays toute sa force et sa grandeur, il fallait inspirer à la génération qui s'élève le goût du travail et la passion de la science.

Tel est le but principal de ces *croisades scientifiques* que vous entreprenez au moment de vos sessions sur tous les points de la France, et qui sont accueillies avec un véritable enthousiasme.

Vos congrès deviennent un événement pour la province, comme nous l'avons vu à Bordeaux, à Lyon, à Lille, à Nantes, à Clermont-Ferrand et au Havre. Pendant leur durée, la vie des affaires est suspendue ; chacun oublie ses intérêts pour ne penser qu'aux grandes questions scientifiques qui vont s'agiter; le drapeau qui flotte dans les rues et sur les monuments publics est celui de la science ; aussi reçoit-il de chaleureuses et d'unanimes acclamations.

Vous pouvez être fiers du *mouvement scientifique* que vous excitez par vos

congrès ; il exerce sur le pays l'influence la plus salutaire ; il lui apprend à honorer le travail, à rejeter les vains préjugés de la routine, et à trouver, dans la recherche de la vérité, qui est le but de la science, une source inépuisable de jouissances.

En un mot, messieurs, vous êtes les véritables missionnaires de la science.

Vos congrès de province présentent un autre caractère d'utilité que vous me permettrez de faire ressortir.

Vous accomplissez, dans vos sessions, des actes nombreux de réparation scientifique. Vous avez reconnu que des découvertes de premier ordre qui se sont produites loin de nous, souvent dans des conditions bien difficiles, restaient quelquefois inconnues, par la modestie exagérée de leurs auteurs, et ne recevaient pas les récompenses qu'elles méritent.

Des vocations scientifiques remarquables étaient arrêtées dans leur développement et des savants éminents abandonnaient leurs travaux, faute de ressources suffisantes pour les continuer.

Vous avez voulu mettre un terme à ces injustices en établissant, avec les savants de province, des rapports réguliers de confraternité affectueuse et en leur offrant les ressources dont vous disposez.

Ce qui distingue votre œuvre de toutes les autres, c'est que pour apprécier les travaux qui se font en province, vous ne demandez pas à nos collègues de faire sanctionner leurs recherches à Paris ; vous allez chez eux ; c'est sur place et dans leurs laboratoires que vous étudiez leurs découvertes : c'est ainsi que vous pratiquez cette *décentralisation scientifique* que notre association poursuit avec tant d'ardeur.

Cette année cependant, par une circonstance exceptionnelle, ce n'est pas en province, mais à Paris, que nous tenons notre session.

Laissez-moi, messieurs, vous rappeler les motifs de cette détermination, que vous approuverez, je n'en doute pas, car ils ont été dictés par un sentiment d'intérêt national.

Au moment où la France convoque à Paris toutes les nations du monde pour leur faire admirer ce qui exprime le mieux le génie des peuples, nous avons pensé que la science ne devait pas être oubliée.

Nous adressant à ceux qui la représentent si dignement, nous vous avons demandé de venir à Paris et de communiquer vos importants travaux devant les savants étrangers qui nous écoutent, afin qu'en retournant dans leur patrie ils puissent dire hautement :

« Cette belle France, qui a traversé avec tant de courage ses dures épreuves, est revenue aujourd'hui à son ancienne splendeur ; si son Exposition démontre qu'elle a conservé, dans ses productions industrielles et artistiques, cette place élevée que personne ne lui conteste, les travaux de l'Association pour l'avancement des sciences prouvent aussi que les hautes études n'ont jamais eu plus de faveur qu'en ce moment et que la science pure est cultivée avec le même succès sur les différents points de la France. »

Tels sont les motifs qui nous ont fait tenir cette année notre session à

Paris : nous avons voulu placer la science pure à côté des applications qu'elle engendre, et les savants en présence de ceux qui utilisent leurs découvertes.

Nous vous remercions donc du fond du cœur d'avoir accepté notre décision; en nous apportant vos découvertes vous donnez une preuve nouvelle du relèvement merveilleux et de la vitalité de notre cher pays.

Puisque notre association est à la fois une œuvre de réparation et d'encouragement, j'ai pensé qu'au moment de cette Exposition, qui est la *fête des industriels*, vous voudriez bien me permettre de vous rappeler, dans la spécialité que je représente, les mérites de quelques-uns de ces inventeurs scientifiques, véritables pionniers de l'industrie, qui n'ont *ni fêtes ni jury de récompense* pour glorifier leurs travaux, qui meurent souvent à la peine en laissant des découvertes applicables à l'industrie qui excitent à juste titre notre admiration.

Encourager le jeune savant à ses débuts et rendre hommage aux grandes découvertes de la science pure ou appliquée, c'est un double privilège que notre association réclame.

La chimie offre, vous le savez, des exemples bien nombreux des services que la science a rendus à l'industrie.

Vous connaissez tous ces inventions merveilleuses de la chimie organique qui produisent avec le suc des arbres résineux le principe odorant de la vanille, avec les goudrons des matières colorantes d'un éclat incomparable, et qui permettent d'obtenir artificiellement la matière colorante de la garance, l'*alizarine*, avec une telle facilité, que la culture de la garance est aujourd'hui abandonnée.

Je n'insisterai pas sur ces grandes découvertes de la *synthèse végétale*, parce que les principes généraux qui les expliquent ont été exposés devant vous, dans un de nos congrès précédents, par notre éminent collègue M. Wurtz, avec une autorité que lui donnaient ses beaux travaux de chimie organique.

C'est sur la *chimie minérale* que je me propose d'appeler votre attention.

Pour démontrer son importance, je choisirai deux exemples : *la fabrication de la soude artificielle* et *la production de l'acier*.

La soude artificielle, qui est la base de la grande industrie chimique ; qui sert à préparer le savon, le verre, la pâte à papier.

L'acier, qui est certainement le produit métallurgique le plus utile ; qui tend à remplacer le fer dans ses principales applications ; qui fournit à l'industrie ses machines et ses outils, et à la guerre ses meilleurs engins d'attaque et de défense.

En essayant de résumer devant vous quelques inventions qui se rapportent à l'industrie, vous me permettrez de laisser de côté les détails purement techniques, qui seraient déplacés ici, mais de conserver cependant, aux questions que je vais aborder, cette physionomie scientifique que vous aimez à trouver, dès votre première séance, dans les communications qui vous sont faites.

J'ose donc espérer que l'intérêt qui s'attache aujourd'hui aux applications industrielles, me fera pardonner le langage chimique que j'aurai souvent à employer et la sévérité du sujet que j'ai choisi.

A la fin du siècle dernier, au moment où les travaux immortels de Lavoisier créaient la véritable chimie scientifique, celle qui encore aujourd'hui nous éclaire et nous guide, un fait considérable allait également se produire dans l'industrie. Toutes ces découvertes mémorables qui ouvraient aux sciences des horizons nouveaux, devaient engendrer en même temps une nouvelle chimie industrielle, basée sur les conquêtes de la science, et procurer aux arts des richesses inappréciables.

Mais à la suite de nos grandes guerres, l'industrie chimique se trouvait paralysée, dès sa naissance, par le prix élevé des matières premières, et les découvertes de la chimie restaient sans application.

Berthollet avait bien créé ce nouveau mode de blanchiment des fils et des tissus fondé sur l'emploi du chlore, et, dans son désintéressement, il avait abandonné sa belle découverte au domaine public; mais le prix élevé du chlore la rendait inapplicable.

La chimie avait établi le rôle fondamental des alcalis dans les grandes fabrications du verre et du savon; toutes ces découvertes restaient stériles pour l'industrie, car, à cette époque, les mers n'étaient pas libres et nos fabricants ne pouvaient plus se procurer les soudes d'Alicante, de Carthagène et de Malaga, utiles à leurs opérations.

L'ancienne Académie des sciences comprit immédiatement le rôle qu'elle avait à jouer dans le développement de l'industrie chimique; elle pensa qu'il appartenait à la science de rendre aux industriels ce que la guerre leur enlevait; elle était persuadée que les chimistes sauraient bien, au moyen de leurs réactifs, extraire du sel marin l'alcali que la végétation en isole et qui se trouve concentré dans les plantes marines.

Avec une sûreté de vues que l'on ne saurait trop admirer, l'Académie des sciences proposa, dès l'année 1775, un prix de 2,000 liv. qui fut porté ensuite à 2,400 liv., puis à 4,000 liv., pour la découverte *du procédé le plus simple et le plus économique de la décomposition du sel de mer et pour l'extraction de l'alcali qui lui sert de base.*

Cette initiative de l'Académie signalant aux inventeurs le sel de mer, qui est une des principales richesses minérales de la France, excita l'ardeur des chimistes, qui se mirent immédiatement à l'œuvre et qui, en peu de temps, arrivèrent, par des méthodes différentes, à retirer l'alcali que le sel peut produire.

Il est juste de rappeler que d'anciennes expériences guidaient les inventeurs dans leurs recherches. Vers l'année 1736, Duhamel Dumonceau démontrait que l'alcali du sel était le même que celui qui existe dans les végétaux marins; en 1777, le P. Malherbe produisait de la soude en transformant le sel marin en sulfate de soude et en calcinant ce sulfate avec du charbon et du fer; en 1782, Guyton de Morveau et Carny fondaient une fabrique de soude artificielle basée sur la carbonatation, à l'air, d'un mélange de sel et de chaux; vers

l'année 1789, de la Metherie obtenait de la soude, mais en faible proportion et d'une manière accidentelle, dans la calcination d'un mélange de sulfate de soude et de charbon.

Ces premiers travaux étaient précieux sans doute, mais ne pouvaient pas encore entrer dans la pratique.

C'est un savant éminent, Nicolas Leblanc, qui devait résoudre le grand problème industriel posé par l'Académie.

L'inventeur de la soude artificielle s'était préparé, à la découverte qui devait l'illustrer, par des recherches scientifiques nombreuses et variées: on lui doit plusieurs mémoires sur le nickel, le cobalt, le bismuth, l'alun, les sels de magnésie, les sels ammoniacaux, les sels de mercure, le salpêtre, etc. Ses belles expériences de *cristallotechnie*, qui permettent de faire entrer les différents aluns dans un même cristal, n'ont pas été sans influence sur la découverte importance de l'isomorphisme.

C'est donc à un savant véritable que l'industrie chimique doit sa plus grande découverte.

Le 25 septembre 1791, sur le rapport de d'Arcet, de Desmarets et de Servières, Leblanc obtenait un brevet d'invention pour la fabrication de la soude artificielle.

Son procédé consiste à calciner, dans un four à réverbère, un mélange de sulfate de soude, de carbonate de chaux et de charbon, et à séparer, par le lessivage, le sulfure de calcium, qui est insoluble, du carbonate de soude, qui est soluble.

La grande découverte demandée à la science par l'Académie se trouvait donc ainsi réalisée, et d'une façon si complète qu'elle est entrée immédiatement dans l'application et qu'elle y est restée *telle que l'inventeur l'a conçue.*

Le procédé de Leblanc est pratiqué aujourd'hui dans tous les pays; c'est autour de lui que pivotent les autres industries chimiques; il a procuré aux fabricants des bénéfices incalculables; il produit en effet annuellement plus de trois cents millions de kilogrammes de soude artificielle.

Quels sont les avantages que Leblanc a retirés de sa belle invention?

En 1792, au moment où la France, attaquée de tous côtés, se trouvait privée des produits utiles à son industrie, le Comité de salut public fit un appel au patriotisme des fabricants de soude, leur demandant de renoncer à leurs secrets et de faire connaître leurs modes de fabrication à une commission composée de Lelièvre, Pelletier, Giraud et d'Arcet.

Dans cette circonstance, il faut le dire à l'honneur de notre pays, les fabricants français n'hésitèrent pas à faire l'abandon de leurs intérêts, et Leblanc, toujours animé de sentiments généreux, fut un des premiers à mettre dans le domaine public les secrets de sa fabrication.

Parmi les nombreux mémoires qui furent présentés, la commission en distingua six.

Quelques inventeurs, prenant pour base les phénomènes découverts par Scheele, tels que l'action de la litharge ou celle du fer sur une dissolution de chlorure de sodium, obtenaient de la soude par voie humide.

D'autres décomposaient le sulfate de soude par le charbon, confondant souvent le sulfure de sodium avec la soude.

Malherbe et Athenas produisaient de la soude soit en décomposant le sulfure de sodium par le fer, soit en faisant agir, à haute température, l'air et l'eau sur un mélange de sel et de sulfate de fer.

Carny obtenait l'alcali en exposant à l'air un mélange de sel et de chaux.

Parmi tous ces procédés, celui de Leblanc fut seul considéré comme pratique par la commission, et recommandé aux industriels.

Leblanc abandonnait donc à son pays l'industrie qu'il avait créée; mais, hélas! il ne devait pas même avoir la satisfaction d'assister au succès de sa grande découverte.

En 1793, la fabrique qu'il avait fondée à Saint-Denis, rentrant dans les biens du duc d'Orléans, fut mise sous le séquestre et se trouva arrêtée après quelques mois de marche.

Plus tard elle lui fut rendue; mais le pauvre inventeur, soutenu cependant par la Société d'encouragement, ne put arriver à réaliser des capitaux suffisants pour mettre sérieusement son usine en activité.

A bout de ressources, Leblanc perdit courage et mourut dans la détresse, à l'âge de cinquante-trois ans.

Telle est l'histoire abrégée de l'invention de la soude artificielle.

Lorsqu'on songe aux services immenses que Leblanc a rendus à l'industrie et à sa fin si malheureuse et si triste, n'avons-nous pas le droit de dire, avec un sentiment d'orgueil, que la science, elle aussi, a ses héros et ses martyrs?

Les grandes découvertes se mesurent, vous le savez, à l'importance de celles qu'elles suscitent. Vous n'auriez qu'une idée bien incomplète de l'invention de Leblanc si je ne vous rappelais le rôle que la soude artificielle a joué dans le développement des principales industries chimiques.

Berthollet avait créé, comme je l'ai dit, le mode de blanchiment des fils et des tissus par le chlore; mais cette nouvelle industrie ne se développait pas, faute de chlore produit à bon marché. La découverte de Leblanc arrive; elle donne à l'industrie des quantités énormes d'acide chlorhydrique, et le blanchiment chimique basé sur l'emploi du chlorure de chaux prend aussitôt une extension considérable.

C'est également au procédé de Leblanc qu'il faut attribuer le développement de toutes ces fabrications qui, comme celles de la gélatine et des chlorures métalliques, ont pour base l'acide chlorhydrique.

Une des plus grandes inventions industrielles modernes se rattache aussi au procédé de Leblanc; je veux parler de la production de l'acide sulfurique au moyen de la pyrite.

La fabrication de la soude artificielle, par la méthode de Leblanc, n'est avantageuse qu'à la condition de produire à bon compte l'acide sulfurique, qui sert à transformer le sel marin en sulfate de soude.

La découverte de Leblanc devait donc exciter les inventeurs à chercher des méthodes nouvelles qui feraient baisser le prix de revient de l'acide sulfurique.

C'est sur la matière première, c'est sur le soufre que les efforts se sont

portés. La France les suivait avec un bien grand intérêt, car elle n'a pas de mines de soufre et, par une circonstance bizarre, la découverte toute française de Leblanc aurait pu devenir fatale à la France dans les luttes industrielles qui se sont produites avec l'étranger.

Mais la science était là : elle avait donné la soude artificielle à l'industrie française, c'est elle aussi qui devait lui fournir le soufre.

Si nous n'avons pas de mines de soufre, nous possédons en abondance la pyrite, qui est un sulfure de fer et qui contient 50 pour 100 de soufre.

Ce minéral a été rejeté pendant longtemps comme un corps sans utilité : des essais de distillation et de grillage de la pyrite avaient bien été tentés, mais sans succès, et n'avaient pas permis aux fabricants d'acide sulfurique de remplacer économiquement, dans leur industrie, le soufre par la pyrite.

MM. Perret, de Lyon, ont repris l'étude de cette grande question industrielle. Grâce à leur persévérance et à leur habileté, le grillage de la pyrite s'est régularisé, et ce minéral sans valeur, rejeté dans les exploitations métallurgiques, alimente aujourd'hui presque toutes les fabriques d'acide sulfurique du monde.

Le problème de l'utilisation de la pyrite a été résolu d'une manière si complète que ce corps, autrefois sans application, se prête aujourd'hui à trois usages différents : il est devenu pour l'industrie un minerai de soufre qui sert à préparer l'acide sulfurique, un combustible qui peut évaporer l'acide sulfurique des chambres de plomb, et un minerai de fer que l'on traite directement dans le haut fourneau.

Je crois, messieurs, qu'il serait difficile de citer un exemple plus frappant des services que la chimie a rendus à l'industrie.

Telles sont les conquêtes de la science; celles-là sont durables et enrichissent le pays; aussi vous approuverez, je n'en doute pas, les hautes récompenses que les jurys, à la suite de nos expositions, pourront décerner à leurs auteurs.

Je craindrais d'abuser de votre patience si je rappelais ici toutes les inventions que le procédé de Leblanc a fait naître ; permettez-moi cependant de vous en citer encore quelques-unes.

Sans la découverte de Leblanc, pourrait-on obtenir avec économie, comme on le fait aujourd'hui, cette soude caustique qui sert non-seulement à fabriquer économiquement le savon, mais qui, en réagissant, sous pression, sur la paille et le bois, permet d'en isoler la partie fibreuse et de produire une pâte à papier qui rivalise avec celle que donnent les chiffons?

Vous connaissez tous ce nouveau métal, l'aluminium, dont les applications s'étendent chaque jour, que M. Wœhler a fait sortir de son creuset et dont M. H. Sainte-Claire Deville a créé la métallurgie par ses importants travaux. Ce métal ne serait jamais devenu industriel si le procédé de Leblanc n'eût pas donné le carbonate de soude dans des conditions qui permettent de produire le sodium à bas prix.

L'industrie du verre doit également ses plus grands progrès aux économies que le procédé Leblanc a introduites dans les fabrications du sulfate et du carbonate de soude.

Ces applications sont déjà anciennes; mais si nous envisageons les découvertes récentes de la chimie industrielle, nous trouvons également qu'elles se rattachent à la méthode de Leblanc.

C'est pour utiliser d'une manière économique, dans la fabrication du chlorure de chaux et du chlorate de potasse, ces quantités considérables d'acide chlorhydrique qui s'engendrent dans la production de la soude artificielle, que M. Weldon est arrivé à régénérer d'une manière si ingénieuse le peroxyde de manganèse, en précipitant par la chaux le protoxyde de ce métal et en le peroxydant par un courant d'air.

Dans le même but d'économie et de simplification, M. Deacon a supprimé le peroxyde de manganèse dans la préparation du chlore : il décompose le gaz chlorhydrique par l'oxygène atmosphérique.

C'est aussi le procédé Leblanc qui, par ses perfectionnements, a donné naissance à deux industries nouvelles.

L'une qui est fondée sur les travaux de MM. Kopp, Schaffner et Mond ; elle a pour but de retirer le soufre que l'on perdait autrefois dans le marc de soude pour le rendre à l'industrie et à l'agriculture. L'autre qui a été créée par M. Hargreaves, a pour but de fabriquer du sulfate de soude sans l'emploi direct de l'acide sulfurique : l'inventeur fait rendre, dans des chambres qui contiennent le sel marin, le gaz sulfureux qui sort des fours à pyrites en le mélangeant d'air et de vapeur d'eau : par une réaction des plus remarquables, l'habile chimiste anglais, supprimant tous les frais qu'entraîne la fabrication de l'acide sulfurique, obtient avec l'acide sulfureux, l'air et la vapeur d'eau, le sulfate de soude et l'acide chlorhydrique.

Vous le voyez, messieurs, ces découvertes, qui constituent réellement la grande industrie chimique, ont été provoquées par le procédé de Leblanc.

Mais les éloges que je viens de donner à la belle invention industrielle du siècle dernier ne doivent pas me faire oublier les services que la chimie moderne a rendus à l'industrie.

La science ne se repose et ne s'arrête jamais; elle ne pense qu'au progrès et même n'examine pas si les découvertes récentes ne porteront pas un certain préjudice à ceux qui exploitaient les anciennes; c'est le fait qu'exprimait devant moi un fabricant de produits chimiques : oubliant que c'était à la science qu'il devait son immense fortune, il maudissait les savants et particulièrement les chimistes qui, par leurs inventions trop rapides, ne lui laissaient pas le temps, disait-il, d'user ses appareils.

Eh bien, suivant leur habitude incorrigible, les chimistes n'ont pas laissé de repos aux fabricants de soude artificielle, et le procédé Leblanc se trouve aujourd'hui en présence d'un ennemi redoutable : je veux parler de la soude à l'ammoniaque.

Deux savants éminents, deux anciens élèves de l'Ecole polytechnique, MM. Schlœsing et Rolland, sont arrivés les premiers à produire d'une manière régulière et industrielle la soude artificielle, par une méthode bien différente de celle que Leblanc avait suivie.

Persuadés que la France pourrait un jour, dans la fabrication de la soude artificielle qui consomme une quantité considérable de combustible, être dépassée par les pays qui extraient la houille à prix moins élevé qu'elle, les deux ingénieurs français ont cherché un mode de production de la soude basé sur la voie humide, c'est-à-dire sur les réactions qui consomment peu de combustible.

Prenant pour base les travaux de M. Berthollet et s'appuyant sur des faits acquis déjà à la science, MM. Schlœsing et Rolland firent agir, au sein de l'eau, le bicarbonate d'ammoniaque sur le sel marin.

Par double échange il se forme du bicarbonate de soude peu soluble qui se précipite et du sel ammoniac qui reste en dissolution; ce bicarbonate de soude, soumis à la calcination, donne de la soude artificielle et de l'acide carbonique qui sert aux opérations suivantes; quant au sel ammoniac, il est décomposé par la chaux en régénérant de l'ammoniaque qui rentre dans la fabrication ; il reste du chlorure de calcium qui est rejeté.

Le principe de la nouvelle fabrication était trouvé, mais il fallait le mettre en pratique et résoudre, dans la disposition des appareils, plusieurs questions délicates; ces difficultés ne pouvaient pas arrêter des ingénieurs aussi distingués que MM. Rolland et Schlœsing.

Les inventeurs installèrent à Puteaux une fabrique de soude artificielle, basée sur leurs travaux, et arrivèrent à produire par mois plus de 25,000 kilog. de carbonate de soude.

Mais, vous le savez, messieurs, les savants travaillent pour les autres : ils tirent bien rarement quelque profit de leurs découvertes, et ce que j'ai dit de Leblanc s'applique aux ingénieurs français qui se proposaient de produire la soude par voie humide.

La fabrique naissante rencontra des difficultés de différentes natures; elle ne put résister aux exigences du fisc qui, à cette époque, percevait un droit sur la totalité du sel marin entré dans l'usine ; tandis qu'un tiers du sel mis en œuvre n'était pas décomposé.

Dans de pareilles conditions, la nouvelle industrie n'était pas viable et la fabrique de Puteaux fut arrêtée : c'est ainsi qu'une des plus belles découvertes industrielles de ce siècle fut paralysée dès son début.

MM. Schlœsing et Rolland se conduisant dans cette circonstance en véritables savants, voulurent être utiles aux autres et préparer, pour leurs successeurs, le succès qui leur échappait. Dans un travail admirable, ils firent connaître tous les détails de leurs opérations et de leurs machines.

Plus tard, un habile ingénieur belge, M. Solvay, reprit la question et installa son usine aux environs de Bruxelles ; il adopta dans la construction de ses appareils les dispositions les plus ingénieuses, faisant intervenir la pression dans la décomposition du sel.

M. Solvay obtint ainsi des résultats industriels excellents, et l'on peut dire, que grâce à lui, la soude produite par l'ammoniaque fait en ce moment une concurrence redoutable à la soude obtenue par le procédé de Leblanc.

Nous assistons donc aujourd'hui à une lutte industrielle des plus vives : d'un côté se trouvent les fabricants qui exploitent l'ancienne méthode de Leblanc

fondée sur la voie sèche ; de l'autre se présentent ceux qui agissent par voie humide en faisant usage de l'ammoniaque.

De quel côté sera l'avantage?

Les partisans du procédé de Leblanc reconnaissent que, par leur méthode, la consommation du combustible est considérable et que le carbonate de soude est produit à un prix relativement élevé ; mais ils utilisent les deux éléments du sel, le chlore et le sodium, ce qui permet de livrer à l'industrie, dans des conditions économiques, le sulfate de soude, l'acide chlorhydrique, le chlorure de chaux et le chlorate de potasse. La concurrence qu'ils ont à combattre les conduira forcément à introduire, dans le procédé de Leblanc, des perfectionnements que l'on avait négligés à tort.

C'est ainsi que, dans la fabrication de l'acide sulfurique, l'application de l'appareil Gay-Lussac permettra de recueillir le composé nitreux qui est perdu ; la colonne Glower, qui refroidit les gaz, produira une concentration économique de l'acide des chambres ; l'emploi du résidu de pyrite, comme minerai de fer, fera baisser le prix de revient de l'acide sulfurique.

Ces perfectionnements du procédé de Leblanc, qui pourront s'étendre encore, n'altèrent en rien la confiance des fabricants qui préparent la soude par l'ammoniaque.

Eux aussi introduiront des améliorations dans la méthode qui est employée aujourd'hui : ils vont même au devant des objections qu'on peut leur adresser.

En ce moment ils perdent, il est vrai, le chlore du sel marin, mais plus tard ils sauront le récolter, soit en décomposant le chlorure du calcium qu'ils jettent aujourd'hui, soit en substituant, dans la régénération de l'ammoniaque, la magnésie à la chaux.

On leur a dit que la consommation industrielle de l'ammoniaque pourrait occasionner un dommage sérieux à l'agriculture, qui fait entrer avec grand avantage les sels ammoniacaux dans ses engrais.

Craintes exagérées, préoccupations inutiles, disent les inventeurs : s'ils consomment de l'ammoniaque, ils rendent à l'agriculture tout le nitrate de soude que le procédé de Leblanc employait : or au point de vue de la fabrication des engrais chimiques, un nitrate vaut un sel ammoniacal.

Les partisans du nouveau procédé affirment en outre que si l'ammoniaque venait à manquer momentanément, on saurait bientôt en trouver.

On est loin de retirer aujourd'hui toute la quantité d'ammoniaque que les matières organiques peuvent fournir par leur décomposition ; et, dans la fabrication du coke métallurgique, on perd des quantités considérables d'ammoniaque qui ne sont pas condensées et qu'on pourra recueillir.

Au besoin même l'ammoniaque pourrait être fabriquée de toute pièce aux dépens des éléments de l'air atmosphérique.

La chimie n'a-t-elle pas déjà démontré que dans les phénomènes d'oxydation des métaux, l'azote de l'air peut se fixer et se changer en ammoniaque : ne sait-on pas aussi depuis longtemps que l'azote de l'air, réagissant sur un mélange de charbon et d'alcali, produit des cyanures qui, sous l'action de l'eau, forment de l'ammoniaque?

La science saura donc donner à la production de l'ammoniaque un déve-

loppement qui sera toujours en rapport avec les progrès de la nouvelle fabrication de la soude : elle ne recule jamais devant la solution des problèmes qui intéressent l'industrie.

Quant à nous, messieurs, nous suivons cette lutte industrielle avec le plus vif intérêt, sans parti pris ; nous n'avons que des paroles d'encouragement et de sympathie à donner soit aux inventeurs des nouveaux procédés, soit à ceux qui soutiennent les anciennes méthodes en les perfectionnant.

Nous savons que le progrès naît toujours de la concurrence ; nous désirons que tous ces travaux, loin de se nuire et de se paralyser mutuellement, s'accordent entre eux et se complètent pour donner à notre industrie des forces nouvelles qui contribueront au bien-être de tous.

Si je me suis laissé entraîner à vous donner de trop longs détails sur la lutte qui se rapporte à la fabrication de la soude, j'ose espérer que vous voudrez bien m'excuser en songeant que cette industrie est d'origine toute française, qu'elle fait vivre des milliers d'ouvriers et qu'elle est basée sur des découvertes scientifiques de premier ordre.

Cette influence de la science sur les progrès de la grande industrie chimique se fait sentir, au même degré, dans la plus importante des opérations métallurgiques ; je veux parler de la fabrication de l'acier.

Chaque exposition universelle consacre en quelque sorte des améliorations considérables, je dirai même de véritables révolutions dans la production de l'acier.

Tous ceux qui comprennent le rôle considérable que l'acier doit jouer dans l'industrie moderne, s'intéressent aux découvertes nombreuses qui se rapportent à l'aciération.

L'acier en effet n'est plus ce métal, produit à prix élevé, dans certains pays privilégiés et que l'on n'applique qu'à la fabrication des armes de luxe, de quelques outils et d'un petit nombre d'instruments.

C'est aujourd'hui un alliage qui peut, suivant sa composition, que l'on modifie à volonté, convenir aux usages les plus variés : l'acier peut être aussi doux et aussi tenace que le meilleur fer, ou acquérir, par l'action des agents physiques et chimiques, une dureté presque comparable à celle du diamant.

Ces variations dans les propriétés de l'acier, suivant les modifications que l'on apporte dans sa composition chimique, donnent à l'acier un avantage considérable sur un métal pur dont les caractères sont invariables ; aussi doit-on considérer l'acier comme le plus précieux des alliages.

L'acier fondu, l'acier moderne, ne se fabrique plus dans de petits creusets, mais dans de vastes appareils qui permettent de produire en peu de temps des milliers de kilogrammes d'acier fondu que l'on peut appliquer alors, comme la fonte, au coulage de toutes les pièces que demande l'industrie.

Pendant longtemps l'acier fondu a été fabriqué presque exclusivement par la méthode que Benjamin Huntsmann a introduite à Sheffield, vers l'année 1740, et qui consiste à fondre dans des creusets de 20 kil. de bons fers cémentés au charbon de bois ; cet acier est excellent et le premier de tous

les aciers; mais son prix est toujours élevé; son mode de fabrication ne s'applique que difficilement à la production des grandes pièces en acier fondu.

A l'exposition de 1855, nous avons vu paraître les *aciers puddlés,* qui, sans avoir la finesse de grain et l'homogénéité des aciers fondus, sont remarquables par leur malléabilité à froid par leur ténacité, par leur facilité à souder et par une trempabilité qui dépasse souvent celle de l'acier cémenté et fondu.

Les secrets de cette fabrication sont aujourd'hui connus; ils ont été dévoilés, on peut dire, par l'analyse chimique. On sait que pour obtenir de bons aciers puddlés, il faut choisir avec grand soin les fontes peu sulfureuses et sans phosphore, faire usage d'une fonte manganésée telle que le *spiegel eisen,* qui donne l'élément aciérant; il faut aussi conduire avec une grande lenteur la première partie du puddlage, qui épure le métal. Dans les derniers moments du puddlage pour acier, l'ouvrier doit produire dans son four une atmosphère peu oxydante; sans cette précaution, il brûlerait une partie de l'élément qui forme l'acier et produirait de l'acier ferrugineux.

L'acier puddlé présente des qualités essentielles et a fait sa place dans l'industrie; mais, il faut le reconnaître, il ne répondait pas encore aux exigences des applications modernes, qui demandaient pour la confection des rails, pour celle des essieux, pour les bandages de roues, pour les tiges de piston, pour les arbres de machine, les ressorts de voiture et pour les bouches à feu, de l'acier fondu en masses considérables, tenace, homogène et sans soufflures, dont le prix de revient se rapprochât de celui du fer.

C'est cette grande révolution métallurgique qui a été opérée en Angleterre, comme on sait, par M. Bessemer; elle s'est produite à l'Exposition anglaise de 1862 et elle a reçu sa dernière consécration dans notre Exposition universelle de 1867.

Dans ce procédé, la fonte en fusion est soumise à l'action d'un courant d'air dont l'oxygène brûle successivement le silicium et le carbone combinés au fer. Cette combustion produit une telle chaleur que le fer légèrement oxydé qui provient de l'affinage Bessemer, reste lui-même en fusion.

Lorsqu'on reconnaît, à l'aspect de la flamme, que le silicium et le carbone sont complétement brûlés, on introduit dans le fer fondu une certaine quantité de fonte manganésée de *spiegel eisen,* qui abandonne au fer l'élément aciérant qu'elle contient et le transforme immédiatement en acier.

C'est ainsi que par le procédé Bessemer on peut produire, *en quelques minutes,* des milliers de kilogrammes d'acier fondu, tandis que par les anciennes méthodes il fallait des semaines pour obtenir à prix très-élevé de l'acier fondu dans des creusets qui ne contiennent que 20 kil. de métal.

Le prix de revient de l'acier Bessemer se rapproche de celui du fer, et ce métal fondu a été employé dans la fabrication de ces pièces énormes que l'on a si justement admirées dans les dernières expositions.

Les industries métallurgiques sont, comme les industries chimiques, exposées à des perfectionnements qui créent aux fabrications anciennes des concurrences redoutables; ce qui s'est produit pour la soude s'est présenté pour la fabrica-

tion de l'acier, et l'appareil Bessemer n'est plus le seul qui puisse aujourd'hui fournir à l'industrie l'acier fondu en masses considérables.

Le procédé Martin-Siemens, qui faisait en quelque sorte son apparition à l'Exposition de 1867, est aujourd'hui en pleine exploitation dans la plupart des aciéries : il fait une concurrence réelle à la méthode Bessemer.

Cette belle découverte due aux efforts combinés de MM. Martin père et fils et de M. Siemens, permet de produire de l'acier fondu sur la sole d'un four à gaz, au moyen de l'*accumulateur Siemens*, qui emmagasine et utilise ensuite, pour le chauffage des gaz, la chaleur que l'on perdait autrefois par les cheminées.

Dans cette opération, on introduit sur la sole d'un four à gaz une fonte manganésée que l'on fait entrer en fusion et dans laquelle on dissout ensuite des fragments de fer.

Le bain métallique est soumis alors à un affinage progressif qui dure plusieurs heures et que l'on arrête au moment où l'acier présente les qualités voulues.

Ce procédé permet, comme le Bessemer, d'obtenir l'acier fondu en quantités énormes; il présente même, sur la méthode anglaise, l'avantage de prolonger l'affinage à volonté, d'essayer les alliages qui prennent naissance et d'éliminer par conséquent d'une manière plus complète les substances étrangères qui nuisent à l'aciération.

En présence de ces deux modes de production de l'acier fondu en grandes masses, la science comprit qu'elle avait, elle aussi, un rôle important à jouer, qu'elle devait combattre les anciennes théories de l'aciération qui pouvaient arrêter le développement des procédés nouveaux, et fournir aux industriels les documents qui leur manquaient.

C'est alors que fut publiée une théorie nouvelle de l'aciération, fondée sur les principes suivants :

1° Il n'existe pas, comme on l'a cru pendant longtemps, de *minerais d'acier* : tout bon minerai de fer, traité convenablement, peut produire un acier excellent;

2° La *propension aciéreuse* de certains minerais n'est pas due, comme on l'avait dit, à la présence d'un corps mystérieux qui ne se trouverait que dans quelques minerais privilégiés, mais uniquement à la pureté du minerai et à la méthode employée pour le réduire : un ingénieur habile qui sait éliminer les éléments nuisibles à l'aciération et ajouter ceux qui manquent, pourra donc employer, dans la fabrication de l'acier, presque tous les minerais de fer;

3° S'il n'existe pas jusqu'à présent d'acier utilisable sans carbone, il faut reconnaître aussi que la seule combinaison du fer et du carbone ne suffit pas pour produire les différents aciers qu'exige l'industrie.

Le fabricant d'acier ajoutera donc utilement, dans certains cas, à la combinaison de fer et de carbone, qui est de constitution pour l'acier, d'autres corps tels que le manganèse, le chrome, le tungstène, les composés cyanurés, le silicium; ces *auxiliaires* augmentent la dureté, la ténacité, la trempabilité du métal et constituent les différentes sortes d'aciers du commerce.

Ces principes, contestés au moment de leur publication, ont reçu de la pra-

tique une consécration complète: les directeurs de nos plus grandes aciéries les admettent aujourd'hui et déclarent hautement qu'ils les guident dans leur fabrication.

Du reste, la production industrielle de ces auxiliaires de l'aciération et leur emploi dans la fabrication de l'acier fondu, constituent la nouveauté principale de la métallurgie à l'Exposition de 1878.

Plusieurs usines importantes, telles que celles de Terre-Noire, de Saint-Louis, de Montluçon-Fourchambault, fabriquent dans le haut fourneau, c'est-à-dire d'une façon économique, un alliage connu sous le nom de *ferro-manganèse*, qui contient jusqu'à 85 0/0 de manganèse.

C'est par l'emploi de ce ferro-manganèse dans le Bessemer ou dans le four Martin-Siemens que l'on arrive aujourd'hui à produire toutes les variétés d'acier, depuis l'acier non trempable, qui peut être considéré comme du fer fondu et qui remplacera un jour le fer ordinaire dans ses applications, jusqu'à l'acier trempable le plus dur.

L'usine de Terre-Noire obtient également dans le haut fourneau un alliage de fer et de silicium, qui joue en ce moment un rôle considérable dans la fabrication des grandes pièces en acier fondu.

En effet, l'acier, dans sa fusion, dissout différents gaz et principalement l'oxyde de carbone, qui se dégage au moment où le métal se refroidit, en produisant, dans la masse métallique, ces soufflures si redoutées qui détruisent la résistance de l'acier.

On évite cet inconvénient en introduisant dans l'acier une faible proportion de ferro-silicium, qui absorbe l'oxygène, décompose l'oxyde de carbone et fait disparaître toutes les soufflures sans avoir recours au martelage.

Le manganèse et le silicium ne sont pas les seuls corps qui soient employés utilement dans la production des aciers: on trouve, à l'Exposition, des aciers contenant du tungstène et du chrome produits dans l'usine Holtzer, qui sont remarquables par la finesse de leur grain et par leur ténacité.

L'industrie vient donc confirmer complétement ce principe que la science avait posé : c'est que le carbone ne suffit pas pour donner à l'acier toutes les qualités que les applications lui demandent, et qu'il existe un grand nombre d'aciers qui diffèrent entre eux par leur composition chimique.

Il restait un grand problème à résoudre dans la fabrication de l'acier. Je veux parler de l'élimination du phosphore, qui nuit, comme on le sait, aux qualités que l'on recherche dans le métal.

Cette question, si difficile et qui occupe depuis longtemps les métallurgistes, n'est pas encore résolue d'une manière complète, mais j'affirme qu'elle a fait un grand pas à l'Exposition de 1878.

Plusieurs inventeurs m'ont montré, en effet, des fers et des aciers excellents fabriqués avec des fontes phosphoreuses.

Sans vouloir divulguer des secrets qui m'ont été confiés, je puis dire cependant que c'est en employant dans le haut fourneau des laitiers très-basiques et dans le puddlage des scories riches en oxyde de fer, ou même en faisant usage du carbonate de soude pur, que l'on arrive à séparer du fer la plus grande partie du phosphore qu'il contenait.

Pour résumer en deux mots les services que la science a rendus à la fabrication de l'acier dans ces dernières années, je dirai qu'elle a donné à la pratique le moyen de produire économiquement les auxiliaires utiles à l'aciération, tels que le manganèse, le silicium, le chrome, etc., et d'éliminer les éléments nuisibles, tels que le soufre, l'arsenic et le phosphore.

Vous le voyez, messieurs, dans la métallurgie comme dans la grande industrie chimique, la science est toujours à son poste, prête à résoudre, au profit de l'industrie, tous les problèmes qui lui sont proposés.

Dans cette analyse rapide des découvertes de chimie minérale qui se sont produites à l'Exposition de 1878, je suis revenu souvent sur les services que la science rend au pays, mais ne croyez pas que mes paroles aient été inspirées par un sentiment de vanité.

En parlant ainsi, je ne songeais, croyez-le bien, qu'à l'utilité de l'œuvre que vous avez fondée. Je voulais prouver qu'en soutenant les savants, en encourageant la production scientifique, vous donnez au pays des forces nouvelles et que vous accomplissez un acte patriotique.

Je sais bien que votre entreprise, comme toutes les choses grandes et belles, a eu ses détracteurs.

Des esprits aveugles et égoïstes ont osé dire que la science n'avait pas besoin d'encouragements; que le savant véritable se forme tout seul, qu'il sait triompher des obstacles, que les difficultés qu'il rencontre sont des épreuves nécessaires qui n'arrêtent que la médiocrité et que celui qui reste en route, manquant de souffle scientifique, a mérité son sort.

De pareilles affirmations ne sont soutenues que par ceux qui n'ont pas connu toutes les difficultés de la carrière scientifique et qui, souvent, ne doivent leur avancement qu'à la faveur.

Nous pourrions citer, hélas! bien des exemples qui prouvent que l'homme de science le plus ardent et le plus courageux peut être arrêté dans ses travaux par des obstacles invincibles.

Si je ne craignais pas de porter atteinte à la modestie des amis de la science que je vois devant moi et dont la générosité est inépuisable, je rappellerais ici les services qu'ils ont rendus en intervenant à temps et en donnant aux savants les instruments qui leur manquaient pour continuer leurs recherches.

Soyez donc sans inquiétude, messieurs, votre œuvre est grande et belle. Elle ne périra pas; notre seule ambition est de la continuer et de l'étendre.

Nous avons même à jouer, dans le développement de la science, un rôle spécial que je tiens à définir.

Il serait bien injuste de ne pas reconnaître tous les efforts qui ont été faits dans ces dernières années par l'État pour soutenir en France les études scientifiques élevées.

Le ministre de l'instruction publique nous a donné des laboratoires magnifiques que les Chambres ont dotés largement; les chaires qui manquaient à l'enseignement des sciences ont été créées; l'école des hautes études rend depuis longtemps des services incontestables.

Toutes ces fondations sont excellentes, et je serai certainement l'interprète

de vos sentiments en adressant ici à leurs auteurs nos remercîments les plus sincères.

Mais, messieurs, les facilités qui nous sont données par l'Etat dans nos travaux scientifiques, nous créent des devoirs nouveaux que nous saurons remplir : le plus important de tous n'est-il pas *le recrutement de la science?*

Il faut appeler dans ces laboratoires d'enseignement que nous demandions depuis si longtemps et qu'on nous a donnés, ceux qui peuvent en tirer, au point de vue de la science, le meilleur parti possible ; nous devons attirer à nous les hommes qui possèdent réellement la vocation des sciences et préparer la génération scientifique qui doit succéder à la nôtre.

Notre association n'est-elle pas merveilleusement placée pour opérer ce recrutement de la science?

Par nos sessions de province, nous nous mettons en rapport avec tous les savants français ; nous allons à la recherche du mérite naissant, et lorsque nous le constatons à des signes qui ne trompent pas, nous devons l'encourager de toutes nos forces.

Il faut que les jeunes savants soient bien persuadés qu'ils ne sont pas isolés, que nous avons les yeux sur eux, que nos laboratoires leur sont ouverts, qu'ils y trouveront des amis toujours heureux de les guider dans leurs travaux et d'applaudir à leurs succès ; c'est ainsi que nous entendons justifier notre titre de *membre de l'Association française pour l'avancement des sciences.*

Je sais bien que pour agir ainsi et soutenir les travailleurs, il faut être riche ; mais, messieurs, grâce à vous, nous le sommes déjà, et avant peu nous le serons plus encore.

On dit souvent que l'initiative individuelle n'existe pas en France ; c'est une erreur, que démontrent toutes ces souscriptions qui sont l'honneur de notre pays et aussi le succès de notre association.

Ce succès va encore augmenter par une circonstance exceptionnelle.

Nous tenons cette année notre session au moment de l'Exposition universelle, c'est-à-dire en présence des merveilles enfantées par la science.

Quel est l'industriel éminent, connaissant tous les services que la science lui rend, qui ne tiendra pas à honneur de se joindre à nous et de faire partie de notre association, pour payer au dévouement et au désintéressement scientifiques une dette de reconnaissance?

Enfin, messieurs, laissez-moi ajouter que notre Congrès scientifique se tient cette année à Paris, dans cette ville qui n'a jamais refusé son appui aux œuvres de dévouement, d'utilité et de patriotisme.

Quand on la voit dans ses jours de bonheur et d'hospitalité, animée de cette gaieté française que nous tenons à conserver, on peut craindre qu'une réunion comme la nôtre ne soit effacée et amoindrie par les distractions de toute nature qu'offre la capitale.

Ceux qui penseraient ainsi connaîtraient bien mal la grande ville.

Oui, Paris sait se réjouir lorsque le pays est content ; oui, Paris remplit ses rues de feux de joie et de drapeaux, lorsqu'il s'agit de souhaiter la bienvenue à tous ces amis, à tous ces étrangers qui prennent part à notre grande fête du

travail et de l'industrie et nous donnent ainsi une preuve de sympathie que nous n'oublierons pas.

Mais Paris sait aussi comment il faut accueillir et fêter les hommes qui représentent, comme vous, la science dans ce qu'elle a de plus utile et de plus élevé.

Paris a tenu d'abord à vous recevoir dans cette vieille Sorbonne, dans ce monument vénérable de la science et des lettres, qui rappelle de si glorieux et de si nobles souvenirs.

Il veut vous montrer surtout ces établissements qui s'appliquent à tous les degrés de l'enseignement public et qui, mieux que les discours, attestent la puissance de notre pays et font comprendre comment il est arrivé par le travail à reconquérir en peu de temps le rang qui lui est dû.

Pendant notre session, Paris veut vous ouvrir ses ateliers, pour que vous voyiez à l'œuvre les ouvriers parisiens si habiles et si justement vantés, qui exportent leurs produits dans le monde entier et qui, par leur goût artistique, savent donner aux matières premières les plus simples une valeur considérable.

Paris est persuadé que vous visiterez aussi avec intérêt ses appareils hydrauliques, ses réservoirs, ses égouts, et que vous rendrez pleine justice aux efforts de la municipalité parisienne qui a fait de notre ville une des plus saines du monde.

Enfin nos principaux inventeurs ont voulu mettre sous vos yeux, dans ce Conservatoire des Arts et Métiers, qui est le Louvre de l'industrie, quelques-unes de ces machines que vous avez admirées à notre Exposition.

C'est ainsi que Paris a compris le rôle qu'il avait à jouer dans notre Congrès de la science ; c'est ainsi qu'il entend vous recevoir et qu'il veut être jugé.

En vous montrant ses écoles, ses ateliers et ses usines, Paris a pensé qu'il répondrait dignement à ceux qui le calomnient et qui considèrent notre capitale comme une ville d'oisiveté, de luxe et de plaisir.

Quant à nous, qui connaissons Paris ; qui l'avons vu aux heures de gloire et de tristesse dépasser, dans son dévouement, tout ce qu'on pouvait espérer, nous n'hésitons pas à lui demander de nous aider dans l'œuvre d'initiative individuelle que nous avons entreprise, pour augmenter encore les encouragements que nous donnons aux sciences.

Je suis tranquille ; notre voix sera entendue ; déjà le Conseil municipal de Paris, qui ne laisse échapper aucune occasion de prouver l'intérêt qu'il porte à la science, nous a voté, avec une générosité dont nous ne saurions trop le remercier, une somme de 30,000 francs pour faciliter nos travaux.

J'affirme donc que Paris répondra à notre appel et qu'il soutiendra largement une association comme la nôtre, qui a pour devise : *Science et Patrie.*

M. le Dr THULIÉ

Président du Conseil municipal de Paris.

Messieurs,

Paris vous remercie d'avoir, par une exception heureuse, voulu tenir votre session de 1878 dans notre chère ville et de contribuer ainsi par vos travaux à la splendeur de l'Exposition universelle. Vous nous apportez les fruits de vos recherches qui sont l'inspiration du producteur, qui sont le germe des merveilles que l'on exposera plus tard.

Au lendemain de nos défaites, mus par une idée généreuse et patriotique, vous avez pensé que la France ne pouvait pas se borner à réparer ses désastres matériels et financiers. En fondant l'Association française pour l'avancement des sciences, vous avez voulu qu'elle grandît par ses travaux intellectuels, qu'elle redevînt la France initiatrice et lumineuse.

Vous avez compris que cette ardeur au travail et à la recherche ne devait pas se localiser sur quelques points du pays, mais que la France entière devait participer à ce mouvement des esprits. C'est ainsi que, chaque année, vous allez de ville en ville porter la grande et irrésistible parole de la science.

Non-seulement vous avez permis aux savants de province, condamnés quelquefois à une injuste obscurité, de faire connaître leurs travaux; non-seulement vous avez excité leur émulation et leur zèle en leur donnant un auditoire et une publicité dignes d'eux, mais encore vous les avez rehaussés dans l'esprit de leurs compatriotes qui, exclusivement occupés d'intérêts matériels, n'apprenaient souvent la haute valeur de ces savants modestes que par les applaudissements des savants étrangers; vous avez démontré enfin, partout où vous avez passé, que la science n'est pas un mot vide de sens ou une arme de combat et de révolution comme tant de gens voudraient le faire croire encore, mais au contraire la source la plus féconde de la prospérité d'un pays.

L'Association française, d'ailleurs, permettra désormais à l'homme qui travaille de faire le traditionnel tour de France: il pourra entrer en relations avec tous les chercheurs de notre pays, et connaître notre patrie complétement, aussi bien dans ce qu'elle a de beau que dans ce qu'elle présente de défectueux.

Votre association n'est donc pas seulement la fraternisation de tous les savants du territoire, c'est aussi le mouvement d'ensemble de la France vers le progrès.

La France est aujourd'hui dans sa vraie voie, elle suit son penchant naturel. Un aventurier a pu la faire dévier pour un temps; il a pu donner le change au monde sur nos aspirations et sur nos instincts. Mais ce n'est pas en persécutant quelques hommes qu'on éteint le génie d'une nation, et quand le torrent des événements a emporté l'obstacle, la France a repris son niveau et sa marche: l'an 1878 démontre au monde, qui l'avait un instant méconnue, ce qu'elle est et ce qu'elle veut.

Quoique mutilé, quoique ses blessures saignent encore, notre pays tient aujourd'hui un assez beau rang dans le monde ; et si, en 1870, nous avons cruellement expié la faiblesse de nos pères, notre courage, notre ardeur au travail, notre patience préparent pour nos enfants une patrie relevée et embellie.

C'est que les événements ont leur marche logique et fatale comme tout dans la nature ; une impulsion donnée produit toujours ses effets, et l'on vit ou l'on meurt d'un principe, selon qu'il est ou qu'il n'est pas scientifique. Or, le principe social de la France républicaine c'est : *le droit prime la force.*

La République française fait aujourd'hui ses preuves ; malgré les oscillations inévitables dans l'établissement de tout ordre nouveau, elle vient de produire une œuvre grandiose et féconde. Non-seulement l'Exposition est matériellement splendide, mais encore elle a été l'occasion d'un mouvement intellectuel jusqu'ici inconnu, et dans les nombreux Congrès qui auront pu se réunir pendant cette courte période, quelques-unes des grandes idées qui préoccupent l'humanité et doivent lui apporter un progrès prochain auront été soulevées et discutées.

L'Association française vient, elle aussi, apporter ses rayons à cette gloire nationale.

Et quand vos travaux seront terminés, quand chacun aura regagné son foyer, l'esprit encore plein des splendeurs du génie humain, ne manquez pas de dire et de répéter, vous, nos chers collègues de la province, que cette République qui a dû réparer tant de désastres, qui a dû lutter jusqu'ici et qui lutte encore pour sa propre existence, vient de donner au monde un spectacle tel qu'aucune monarchie ne l'a jamais donné. Dites bien aussi que cet antagonisme entre la province et Paris, organisé dans un intérêt dynastique, que cette hostilité établie artificiellement entre les hommes d'une même nation, d'un même sang, n'existent plus. La République a fait tomber ces barrières factices : il n'y a plus de provinciaux et de Parisiens, mais des patriotes qui veulent élever leur pays par la paix, l'ordre scientifique et le travail ; il n'y a plus que des Français.

Au nom des habitants de Paris, je vous souhaite la plus cordiale bienvenue.

M. PERRIER

Commandant d'état-major, Membre du Bureau des longitudes,
Secrétaire général.

L'ASSOCIATION FRANÇAISE EN 1877

L'Association française est arrivée à la septième année de son existence. Après avoir visité successivement Bordeaux, Lyon, Nantes, Lille, Clermont-Ferrand et le Havre, elle ouvre aujourd'hui sa septième session à Paris. C'est du Congrès du Havre que j'ai d'abord à vous entretenir.

Vous savez que nous avons trouvé au Havre l'accueil le plus cordial et l'hospitalité la plus large, grâce aux efforts du comité local, présidé par M. le docteur Lecadre, à la bonne volonté de l'administration municipale et grâce aussi à l'empressement de la population tout entière.

La ville s'était pavoisée spontanément, comme aux grands jours de fête, pour recevoir notre Association; des appartements particuliers avaient été offerts à un grand nombre de membres français et de savants étrangers; le lycée nous avait ouvert ses dortoirs; la Compagnie générale transatlantique et celle des Chargeurs réunis avaient mis gracieusement à notre disposition deux grands paquebots : la *Ville de Paris* et le *Belgrano*, de sorte que, tous les membres du Congrès ont pu trouver, au Havre, une installation suffisante, quelquefois même luxueuse.

En même temps, rien n'avait été négligé pour assurer le succès des conférences, des séances générales et des séances de section, soit au théâtre, soit dans le splendide local de l'Hôtel de ville, où vous avez trouvé aussi des salles de réunion, de lecture et de correspondance.

C'est dans ces conditions favorables de préparation matérielle, sur un terrain éminemment propice à nos travaux, que s'est ouverte la session du Havre le 23 août 1877.

La séance d'ouverture fut remplie par un discours magistral de M. le président Broca, sur les races fossiles humaines de l'Europe occidentale, par une allocution vive et spirituelle de M. le maire Mazurier, par un rapport, plein d'aperçus fins et délicats et très-chaleureusement applaudi, de M. le secrétaire général Dehérain, et enfin par le compte rendu lumineux de notre trésorier, M. Georges Masson, sur la prospérité financière de l'Association.

Les travaux des sections ont commencé le lendemain 24 août.

L'apparition du volume, qui en est le tableau fidèle et complet, a été retardée par la grève des ouvriers typographes de Paris. Nous n'avons pu, à notre grand regret, nous conformer cette année à l'habitude et au règlement en vous distribuant le volume avant l'ouverture de la session actuelle; mais nous espérons être bientôt en mesure de le faire remettre à chacun de vous.

Cette circonstance fâcheuse et inattendue enlève à votre rapporteur le périlleux honneur qui lui incombait d'analyser et d'apprécier les travaux présentés au Congrès du Havre. Ces travaux méritent mieux, du reste, qu'une mention rapide ou une analyse superficielle; et si je songe combien il m'eût été difficile, souvent impossible, d'en parler avec compétence, je ne suis pas éloigné de croire, et vous penserez sans doute comme moi qu'il est préférable de laisser à chacun de vous le soin de les lire et de les analyser.

Mais, hâtons-nous de le dire, les divers groupes de notre association ont rivalisé entre eux d'ardeur et d'activité; les sujets traités ont été partout nombreux et variés. Les séances des sections ont été très-suivies; les ordres du jour de plusieurs d'entre elles n'ont pas pu être épuisés. La section de géographie même, qui jusqu'ici paraissait un peu abandonnée, a pu réaliser au Havre un programme qui comprenait les sujets les plus importants, et nous espérons qu'elle saura désormais se maintenir au niveau qu'elle a atteint.

Les deux conférences générales nous ont particulièrement intéressés. Dans

la première, M. le comte *de Saporta* a exposé de la manière la plus brillante, en se basant sur ses travaux personnels et s'aidant de projections habilement exécutées, la question si difficile des anciens *climats considérés dans leurs relations avec la marche et la variation de la végétation en Europe*. La seconde a été dévolue à M. *Levasseur*, qui, récemment revenu d'Amérique, a traité, avec sa compétence habituelle, une question de géographie économique, étroitement liée aux intérêts de la ville du Havre : *le sol et la richesse des Etats-Unis d'Amérique*.

S'il est permis de juger du succès d'un Congrès par l'affluence des associés et des invités qui y prennent part, le Congrès du Havre a réussi au delà de toute prévision. Nos collègues français y étaient venus en très-grand nombre; trente sociétés savantes de France s'y étaient fait représenter et les savants étrangers, à qui le conseil avait adressé des invitations, avaient répondu de la manière la plus gracieuse et la plus empressée en venant assister à nos réunions. Parmi eux, je citerai : MM. *Bauermann*, *Broadbent*, *James Glaisher*, *Huggins*, *Magens Mello*, *William Mariott*, *Shoolbred*, *Southey*, *Sylvester*, d'Angleterre; *Cannizaro*, *Ragona*, d'Italie; *Alvin*, de Belgique; *Grinwis*, *Gunning*, *de Vry*, de Hollande; *Fol*, de Suisse; *Hampel*, de Hongrie; *Milet* et *Mota-Maïa*, du Brésil. Il me suffit de vous citer leurs noms pour vous rappeler combien ils ont rehaussé par leur présence la solennité du Congrès et apporté d'éclat à nos discussions.

Mais je tiens surtout à vous signaler la part active et importante prise aux travaux du Congrès par nos compatriotes du Havre. Ils ont voulu nous montrer qu'il n'y a pas seulement parmi eux des industriels habiles préoccupés uniquement du soin jaloux de leurs intérêts, mais qu'il y a aussi des savants véritables, aimant la science et la cultivant avec honneur, soit dans ses parties les plus abstraites, soit dans ses applications utiles à l'industrie et à la navigation, et même en vue du rôle élevé qu'elle doit poursuivre dans les transformations sociales que l'avenir nous apportera.

L'activité scientifique, dont le Havre est comme le centre, s'est révélée dans toutes les sections, dans les lectures en séance générale et dans les visites aux établissements scientifiques et industriels.

En astronomie, M. *Normand*, l'habile constructeur de navires, a fait connaître ses recherches sur les *occultations des étoiles par la planète Mars*; M. *Renaud*, ingénieur des ponts et chaussées au Havre, nous a entretenus des *tramways de la ville*; MM. *Audenet* et *Daymard*, ingénieurs de la Compagnie transatlantique, ont étudié respectivement les progrès réalisés dans les *machines marines* et la question de la *longueur des paquebots*. M. Marchand, de Fécamp, a lu un mémoire intéressant sur *l'absorption des rayons solaires par l'atmosphère*.

Mais c'est surtout dans la section de géologie que le caractère local des communications a été le plus accentué, nous citerons les travaux de M. *Deslongchamps* sur le *Jura normand*; les mémoires de M. *Lennier* sur les *Dépôts littoraux récents de la Manche*; ceux de M. *Meurdra* sur le régime des *eaux du Havre*; de M. *Cotteau* sur les *Cidaris du terrain jurassique* en Normandie; de M. *Morière*, sur *l'étage liasique* dans le département de l'Orne; de M. *de*

Tromelin sur *les terrains paléozoïques de la basse Normandie*; les recherches de la houille dans la Seine-Inférieure de M. *Rolland-Banès*; les observations nouvelles de géologie et d'ethnologie locales de M. *Ch. Quin*; et enfin, les études de MM. *Brylinski* et *G. Lionnet* sur les phosphates de chaux fossiles.

Dans la section de botanique, M. *Ch. Quin* a étudié les végétaux fossiles du Havre; dans celle des sciences médicales, M. le docteur Lecadre a exposé un nouveau mode de propagation de *la fièvre paludéenne*, M. *Brière* des considérations générales sur *les maladies d'yeux au Havre*, M. *Lecadre neveu* une étude de *l'électrolyse* dans le traitement *des grands anévrismes*; et M. le docteur *Gibert*, le résultat de ses observations sur *la scrofule* au Havre.

Les séances générales ont été presque exclusivement occupées par des collègues du Havre traitant des questions qui se rattachent à la ville ou à des intérêts locaux. M. *Lennier*, président de la société géologique de Normandie, a fait connaître la *constitution géologique de la Normandie* et de *l'embouchure de la Somme*. M. l'ingénieur *Quinette de Rochemont* a exposé l'*Histoire du port du Havre*, depuis sa fondation jusqu'à nos jours, en insistant sur les travaux actuellement entrepris pour l'agrandir et l'améliorer. M. *Vial*, agent général de la Compagnie transatlantique, nous a donné les renseignements les plus précieux sur *la navigation à travers l'Océan* et sur le *personnel et les paquebots de la Compagnie*. Enfin M. *Cotteau* a lu un mémoire intéressant sur l'exposition de géologie et de paléontologie, si remarquable à tant de titres, organisée à l'occasion même du Congrès, dans les bâtiments de l'ancien Palais de Justice, sous les auspices de la Société géologique de Normandie, par son président M. Lennier et dont l'ouverture avait été fixée, par une délicate attention, au jour même et après la séance d'inauguration du Congrès.

N'oublions pas de rappeler que la *Société de photographie* avait voulu, elle aussi, nous faire les honneurs d'une belle exposition locale, installée dans l'orangerie de l'Hôtel de ville et dont elle avait aussi réservé la primeur à l'Association.

Tous les établissements industriels du Havre nous avaient ouvert leurs portes, et nous avons pu visiter en détail, soit ensemble, soit par groupes, les chantiers et ateliers de la *Société des constructions navales*; l'usine de désargentation du plomb de M. *Trotteux*; l'usine d'*extraction de la teinture des bois* de M. *Sapicha*; la *filature* de M. *Courant*; les *vastes ateliers* de la *Société des forges et chantiers de la Méditerranée*, dirigés par le savant ingénieur *Cazavan*; les *phares de la Hève*, l'*aquarium du jardin Saint-Roch*; l'*École supérieure du commerce*; et enfin les *Cités ouvrières* et le *Cercle Franklin*, deux institutions philanthropiques dont l'importance sociale ne saurait échapper à personne.

Les travaux de l'avant-port, les bassins, les quais, les formes de radoub ont été l'objet d'une visite spéciale, sous la conduite de MM. les ingénieurs Bellot, Quinette de Rochemont et Renaud.

Vous avez tous visité les paquebots de la grande navigation et surtout le *Belgrano*, dans lequel les aménagements adoptés pour le transport des émigrants sont si ingénieusement conçus et si bien exécutés, et vous n'avez pas oublié la réception si brillante et si cordiale que la Compagnie transatlantique vous a faite à bord d'un de ses plus beaux paquebots, la *France*.

Vous avez assisté dans les chantiers de M. Normand, au lancement d'un aviso à vapeur de l'État, le *Hussard*, dont la mise à l'eau avait été retardée, sur la demande de M. le commissaire général *Le Frapper*, afin qu'elle pût coïncider avec notre présence au Havre. Vous avez visité les bâtiments de l'escadre cuirassée de l'Océan qu'une décision gracieuse de M. le ministre de la marine avait invités à rester au mouillage devant le Havre pendant la durée du Congrès. Vous avez contemplé, de la jetée ou du pavillon de la vigie, le spectacle grandiose de la sortie du port du *Pereire*, le plus rapide marcheur de la Compagnie transatlantique. Enfin, et pour que rien ne manquât aux fêtes données au Havre en votre honneur, l'Océan vous a apporté son tribut en vous donnant le spectacle émouvant d'une vraie tempête.

L'Association a fait deux excursions générales : l'une avait pour objectif Fécamp et Étretat, l'autre Bolbec, Tancarville et Lillebonne, et partout elle a été reçue de la manière la plus flatteuse. A Tancarville, vous avez pu admirer les ruines du château, regrettant toutefois d'en trouver les portes closes et de ne pouvoir en admirer les curiosités intérieures; à Lillebonne, vous avez visité les ruines du théâtre romain et la belle mosaïque récemment découverte; à Bolbec, grâce à la bienveillance de la municipalité, vous avez parcouru les établissements industriels de cette riche cité.

Puisque je parle d'excursions, permettez-moi de vous rappeler votre excursion finale à Rouen, qui se rattache étroitement à la session du Havre, quoique ayant eu lieu après la clôture du Congrès. Là encore vous avez pu visiter de nombreux établissements scientifiques et industriels, e vous avez trouvé auprès des autorités locales et des sociétés savantes la réception la plus cordiale et la plus brillante. M. le maire de Rouen, en souhaitant la bienvenue à ses hôtes de passage, a exprimé l'espoir et le désir, au nom du Conseil municipal, qu'un prochain Congrès se réunît à Rouen. Cette invitation courtoise et flatteuse a été entendue, et votre Conseil aura à vous proposer un jour la ville de Rouen comme lieu d'une de nos futures sessions.

J'ai terminé le résumé rapide de ce que vous avez fait et vu au Havre.

Après la clôture du Congrès, le Conseil municipal du Havre n'a pas regardé sa tâche comme terminée; ses sympathies ont suivi l'Association et il nous en a donné bientôt après un témoignage évident en nous allouant une somme de 1,500 francs pour couvrir une partie des frais de publication de nos annales. Aussi dois-je me hâter d'offrir à la ville du Havre le juste tribut de notre reconnaissance, et je suis certain d'être l'interprète de vos sentiments en renouvelant ici au nom de l'Association, nos plus vifs remercîments à la ville du Havre, au maire et au Conseil municipal, au comité local, enfin à tous ceux qui ont si bien préparé et assuré le succès de cette brillante session.

Il me reste maintenant à vous signaler les faits saillants qui ont intéressé l'Association depuis le Congrès du Havre.

J'ai à vous entretenir d'abord des récompenses obtenues par un grand nombre de nos collègues dans les divers concours. Cette année encore, ils ont remporté une brillante moisson de prix.

A l'Institut, le prix Lacaze a été décerné à M. A. Cornu pour ses remar-

quables expériences sur la vitesse de la lumière; le prix Barbier à M. le docteur Galippe pour son étude toxicologique sur les cantharides, et à M. le docteur Manouvriez pour son nouvel æsthésiomètre et ses travaux sur l'intoxication saturnine.

Dans la série des prix Montyon, le prix de médecine et de chirurgie a été décerné à M. le professeur Parrot pour son travail sur l'atrepsie des nouveaux-nés. MM. les docteurs Topinard, Franck et Oré ont obtenu des mentions honorables, le premier pour ses publications et ses études d'anthropologie; le second pour ses recherches sur le changement de volume des organes dans leurs rapports avec la circulation; le troisième pour ses expériences sur la médication intraveineuse. MM. les docteurs Armaingaud, Brouardel et Peyraud ont été l'objet de citations pour leurs travaux respectifs sur la névrose, sur l'urée et le foie et sur la régénération des tissus cartilagineux.

Le prix Bréant a été accordé à M. le docteur Joanny Rendu pour ses observations sur l'isolement des varioleux pendant une épidémie de variole à Lyon. A l'occasion des épidémies, MM. les docteurs Lecadre, du Havre, et Mignot, de Chantelle, ont obtenu un rappel de médaille d'or; M. le docteur Bouteiller, de Rouen, un rappel de médaille d'argent.

Deux de nos collègues les plus sympathiques et les plus assidus à nos sessions annuelles ont été élus membres de l'Académie des sciences de l'Institut de France, M. A. Cornu dans la section de physique, M. Friedel dans celle de chimie.

M. le docteur Chauveau et M. Lecoq de Boisbaudran ont été nommés correspondants de l'Institut.

Un grand nombre de nos collègues ont été nommés professeurs dans les facultés de médecine de création récente, à Lille, Lyon et Bordeaux. Nous citerons : à Bordeaux, MM. les docteurs Gintrac, doyen; Azam, secrétaire du comité local du Congrès de Bordeaux, MM. Denucé, Paul Dupuy, Lannelongue, Mabit, Micé et Oré; M. le docteur Cazin; à Lyon, M. le docteur Lortet, doyen, secrétaire du comité local du Congrès de Lyon.

A l'Observatoire de Paris, M. le contre-amiral Mouchez a remplacé M. Le Verrier dans la direction de cet établissement. La météorologie formant désormais un service distinct indépendant de l'astronomie, suivant le vœu qu'avait maintes fois exprimé l'Association, c'est notre collègue Mascart, professeur au collége de France, qui a été chargé de la haute direction du bureau central météorologique et de la réorganisation du service météorologique en France.

Je ne saurais citer tous les noms de nos collègues qui ont obtenu des succès au concours des Sociétés savantes, à la Société d'agriculture et dans d'autres Sociétés. Mais ce n'est pas tout. L'Exposition internationale sera pour plusieurs des nôtres l'occasion de succès nouveaux. Ils ont su représenter avec honneur notre art et notre industrie, et si je ne craignais d'être indiscret, je pourrais vous citer les noms de plusieurs d'entre eux que j'ai le plaisir de voir parmi nous, savants distingués et artistes éminents, à qui le jury a décerné la plus haute des récompenses. Vous lirez ces noms sur la liste glorieuse des grands prix.

Vous applaudirez tous avec empressement, nous en sommes convaincus, à la

haute distinction honorifique que M. le Maréchal président de la République vient d'accorder à M. d'Eichthal, notre ancien et vénéré président, en lui conférant la croix de commandeur de la Légion d'honneur, juste récompense de quarante années de services rendus à l'industrie et à la science.

Enfin l'un des nôtres, notre vice-président, M. Bardoux, a été nommé ministre de l'instruction publique et des beaux-arts. C'est le grand maître de notre chère et grande Université de France, dont les destinées ne sauraient être confiées en des mains plus dignes et plus sympathiques.

Si j'insiste sur les distinctions dont les membres de notre Association ont été l'objet, c'est surtout pour vous montrer qu'elle possède en elle-même des éléments incontestables de force, de progrès et d'avenir, qu'elle peut déjà, quoique née d'hier, montrer fièrement ses lettres de service. La faveur et la sympathie dont elle est entourée grandissent tous les jours dans le public français.

Plusieurs villes se disputent l'honneur de vous recevoir : La Rochelle, Reims, Toulouse, Nancy, Marseille et enfin Alger ; votre conseil n'a que l'embarras du choix à vous proposer. Les municipalités nous ont adressé des demandes conçues dans les termes les plus flatteurs. Il serait à désirer toutefois que le grand exemple donné par la ville de Montpellier fût suivi partout et que dans chaque ville, en dehors de toute attache officielle, une souscription due à l'initiative privée vint nous donner par anticipation la juste mesure des efforts qui seront tentés pour donner plus d'importance et plus d'éclat à nos réunions. C'est, vous le savez, à la faveur d'une souscription de ce genre, qui a produit en quelques jours près de 30,000 francs, que la ville de Montpellier a dû d'être choisie comme lieu de votre session en 1879, et votre conseil vous proposera de préférence les villes qui imiteront cet exemple.

Mais, parmi ces villes, oserai-je appeler votre sympathique intérêt sur la ville d'Alger pour l'une de nos prochaines réunions ? Elle vous offre un paquebot qui viendra vous prendre à Marseille et vous conduira, au gré de vos désirs, sur les points intéressants de cette côte historique que nous sommes en train de relier au vaste réseau géodésique de l'Europe, en jetant par-dessus la Méditerranée d'immenses triangles, bientôt prolongés par d'autres jusqu'aux extrêmes limites du Sahara. Sans parler de l'attrait du voyage, vous aurez la satisfaction de trouver là-bas un milieu scientifique jeune et enthousiaste. Les Algériens seront heureux et fiers de faire les honneurs d'Alger et de l'Algérie aux savants étrangers et à leurs compatriotes de France, de placer sous leur patronage les nouveaux établissements scientifiques d'ordre supérieur qui doivent bientôt constituer l'Université d'Alger et de leur montrer la patrie française se prolongeant jusque sur la terre africaine, au milieu de populations indigènes énergiques et ardentes, dont les ancêtres ont été autrefois à la tête de la civilisation du monde.

Le nombre des membres de l'Association va toujours croissant : il s'élève aujourd'hui à 2,334, dont 263 membres fondateurs et 178 membres à vie. Et, sans vouloir empiéter sur les attributions de notre trésorier, je puis bien vous dire que notre capital placé est de 217,000 francs. Le revenu total, qui était de 37,000 francs en 1874 s'élève aujourd'hui à 56,000 francs.

C'est là, vous le voyez, une honnête aisance. Si elle ne peut encore être com-

parée avec l'opulence de sa sœur aînée, l'Association britannique, la marche ascendante de nos revenus et la générosité bien connue de quelques-uns de nos collègues, nous font espérer que nous pourrons bientôt réaliser le programme de nos fondateurs et contribuer de la manière la plus efficace au développement scientifique de notre pays.

Ce n'est pas là une simple espérance platonique que je me plais à formuler. Nous avons déjà des excédants disponibles, que votre conseil applique sous le nom de subventions à encourager les recherches scientifiques et les applications utiles de la science, et ces excédants suivent une marche toujours ascendante.

En 1876, le total des subventions s'était élevé à 6,361 francs ; il a atteint en 1877 le chiffre de 13,850 francs.

Une somme de 500 francs a été employée à compléter la somme nécessaire à trois bourses de session, allouées à quelques jeunes gens des établissements d'enseignement supérieur de province, afin de leur permettre de suivre les travaux de nos sessions. Ces bourses de session, créées l'année dernière, ont produit le meilleur résultat, et votre conseil n'hésite pas à faire appel à votre libéralité, afin de pouvoir en augmenter le nombre. Enfin le conseil a pensé qu'il devait donner un témoignage de sympathie à l'Association internationale africaine, fondée par S. M. le roi des Belges, dont le but est d'ouvrir à la civilisation l'Afrique tropicale, par l'établissement de stations hospitalières et scientifiques dans l'intérieur du pays, et il a fait inscrire l'Association française comme souscripteur pour une somme de 500 francs.

Nous n'aurions pas pu assurément faire face à des dépenses si considérables, si nous n'avions trouvé parmi vous des collègues qui savent si bien faire le plus noble usage de leur fortune et dont l'Association connaît l'empressement à venir en aide à tous les besoins de la science. M. Bischoffsheim nous a donné 5,500 francs, M. Ménier 500 francs et M. d'Eichthal 500 francs aussi, sous la réserve expresse que ces sommes seraient distribuées en subventions. Le conseil a déjà adressé les plus chaleureux remercîments à ces généreux donateurs, et nous sommes heureux de les renouveler ici publiquement au nom de l'Association.

Mais si nous avons eu des succès dont nous pouvons nous enorgueillir à juste titre, nous avons eu aussi nos deuils et nos tristesses. Nous avons perdu plusieurs de nos collègues, que la mort nous a enlevés. Parmi eux, permettez-moi de citer :

M. le docteur Weddel, correspondant de l'Institut, le doyen des médecins de France, à Poitiers.

M. le docteur Gintrac père, correspondant de l'Institut, recteur honoraire de l'Académie de Bordeaux.

M. de Dion, le président de la Société des ingénieurs civils, et l'habile directeur des constructions métalliques à l'Exposition universelle; il avait pris la part la plus active au Congrès du Havre, où il avait traité avec une compétence remarquable, la question difficile de la déformation et de la résistance des pièces métalliques courbes.

M. le docteur Laussedat, député de l'Allier et correspondant de l'Académie

de médecine, que la politique n'avait pas pu ravir à la science, dont le culte est héréditaire dans la famille. Vous avez entendu au Puy-de-Dôme sa parole vibrante; c'était un cœur ardent, dévoué au progrès et aux intérêts scientifiques, dont il était au Parlement l'un des défenseurs les plus convaincus.

Enfin Claude Bernard, le plus illustre physiologiste de notre siècle, une des gloires scientifiques de notre patrie. La France s'est honorée et grandie elle-même en accordant le témoignage public de ses regrets à celui qui avait si bien mérité de la science et de la patrie, et en lui rendant les honneurs funèbres réservés d'habitude aux grands capitaines et aux grands politiques.

Vous l'avez tous connu, il était l'un des fondateurs de notre Association; c'était un homme bienveillant et sympathique à tous; tout attirait vers lui et le faisait aimer. Chaque année, il prenait une part active à vos travaux et vous vous souvenez encore avec quel charme et quelle lucidité il nous a montré à Clermont-Ferrand que les plantes possèdent, comme les animaux, la sensibilité qui est un des attributs essentiels de la vie. C'est la dernière fois qu'il a pris la parole et que nous l'avons vu au Congrès. L'état de sa santé déjà compromise ne lui permit pas de venir au Havre. Nous ne le verrons plus parmi nous; et sa mort nous laisse un grand vide, des regrets profonds et comme le sentiment d'une perte irréparable.

Les morts célèbres se sont succédé, cette année, en France avec une attristante rapidité. Avec Claude Bernard, la science française a perdu trois autres de ses membres les plus illustres: Becquerel, Regnault et Le Verrier, que nous devons saluer au passage, bien qu'ils ne fissent pas partie de notre Association, comme un dernier hommage de notre admiration et de nos regrets.

M. Le Verrier était le fondateur de l'Association scientifique qu'il considérait à juste titre, comme son œuvre personnelle et qui poursuit, mais avec des moyens différents, le même but que l'Association française. Beaucoup de bons esprits avaient pensé, dans ces dernières années, qu'il serait préférable dans l'intérêt scientifique de la France, de fondre les deux Associations en une seule. Des pourparlers avaient été engagés à cet effet, mais sans résultat, du vivant même de M. Le Verrier, et, plus récemment, ils ont été repris sur la demande de M. Milne-Edwards, président de l'Association scientifique. Mais, cette fois encore, les délégués des deux Associations se sont séparés sans avoir pu arriver à une entente définitive sur les conditions de la fusion projetée. Votre conseil reste néanmoins tout disposé à accueillir et à vous soumettre les propositions nouvelles qui lui seraient adressées et qu'il jugerait compatibles, dans une mesure acceptable, avec le programme, les règlements et la prospérité financière de notre Association.

Tel est, messieurs, l'historique rapide des événements qui ont intéressé l'Association pendant l'année qui vient de finir.

C'est Paris aujourd'hui qui nous offre l'hospitalité, et la session actuelle s'annonce sous les meilleurs auspices.

Elle est placée sous le patronage bienveillant et éclairé de M. le ministre de l'instruction publique, que les travaux du conseil général du Puy-de-Dôme ont empêché, à son grand regret, d'assister à notre séance d'inauguration. MM. les ministres de l'agriculture et de la guerre, M. le préfet de la Seine se sont

empressés de vous autoriser à visiter l'École de Grignon, la poudrerie de Sevran, les égouts et les catacombes, tous les établissements scolaires et hospitaliers de la capitale. M. le vice-recteur de l'Académie de Paris vous offre les bâtiments du lycée Saint-Louis pour vos séances de section et, pour vos conférences, le glorieux amphithéâtre de la Sorbonne, où vous entendrez traiter les sujets les plus élevés et les plus intéressants, par MM. Janssen, Marey et le docteur Trélat. Le conseil municipal de Paris, où siègent plusieurs de nos collègues et dont vous connaissez la libéralité pour tout ce qui touche au développement des institutions scientifiques de notre pays, vous souhaite la bienvenue en votant pour l'Association une subvention de 30,000 francs. Les savants étrangers ont répondu en grand nombre à notre appel ainsi que les savants français. Tout semble donc présager au Congrès de Paris une activité féconde et un éclat inaccoutumé. Nous avons tenu, d'ailleurs, à conserver nos habitudes et à modifier le moins possible le caractère ordinaire de nos sessions. Et si nous avons ajouté quelque chose à notre programme officiel, j'estime que vous n'aurez pas lieu de le regretter.

Nous avons pensé qu'en dehors des séances de section, les distances pourraient être, à Paris, un grand obstacle à l'échange réciproque de vos sentiments, de vos pensées et de vos travaux, et nous avons cherché à les supprimer en vous réunissant, par l'attrait de réunions spéciales.

C'est afin de vous rapprocher les uns des autres qne nous avons organisé, pour le 27 août, une soirée scientifique dont le programme est plein de promesses et qui aura lieu dans les salles du Conservatoire des arts et métiers, gracieusement mises à notre disposition par M. le général Morin. Vous pourrez vous réunir encore dans un banquet que M. le ministre de l'instruction publique a promis d'honorer de sa présence. Enfin M. le ministre se propose de vous réunir dans ses salons pour s'entretenir avec vous des besoins de la science et vous dire tout l'intérêt qu'il attache au succès croissant de notre Association.

C'est par exception, vous le savez, que nous nous réunissons cette fois à Paris. L'esprit même de notre Association nous porte à nous réunir de préférence en province, afin de provoquer aux travaux scientifiques sur tous les points de notre territoire; mais il n'était guère possible de nous réunir ailleurs qu'à Paris, dans cette année mémorable où l'Exposition universelle attire à Paris les artistes, les philosophes, les industriels et les savants de tous les pays.

L'Association a été bien inspirée en pensant qu'elle devait à l'occasion même de cette Exposition qui accroît encore la grandeur et le prestige de la France marquer son alliance intime avec les progrès de l'industrie moderne.

Aujourd'hui en effet la théorie et la pratique sont inséparablement unies, et tous les progrès réalisés dérivent de cette union féconde.

Les hommes de science iront à l'Exposition constater les progrès merveilleux de l'industrie, progrès dont l'idée première leur appartient souvent. En venant assister à vos réunions, les industriels se retremperont à la science pure qui est la source de tout progrès, car aujourd'hui la science est sortie de ces asiles discrets, souvent impénétrables, où s'élaborait autrefois la théorie pure, pour devenir, comme l'a dit Bacon il y a plus de deux siècles, *productrice d'utilité* publique.

Et maintenant, messieurs, soyez les bienvenus à Paris, et selon le mot de ralliement de notre premier président M. de Quatrefages : à l'œuvre pour le congrès de Paris, à l'œuvre par la science, pour la patrie!

M. G. MASSON

Trésorier de l'Association.

LES FINANCES DE L'ASSOCIATION

Mesdames, Messieurs.

Les recettes annuelles de l'Association française, pendant l'exercice 1877, se sont élevées à 58,013 fr. 44 c., dont voici le détail :

RECETTES.

Reliquat de l'année 1876	Fr.		1.145 89
Intérêt du capital placé			11.672 05
Cotisations annuelles			35.778 00
Ventes de volumes et revenus divers			1.417 50
Dons avec affectation spéciale :			
De M. Bischoffsheim	Fr.	5.500	
De M. d'Eichthal		500	
De M. Menier		500	
De la ville du Havre		1.500	
	Fr.	8.000	8.000 00
Total	Fr.		58.013 44

DÉPENSES

Les dépenses, pendant cette même période, ont été de 53,223 fr. 85 c., savoir :

Frais généraux et d'administration	Fr.		11.775 20
Dépenses de la session du Havre			1.546 05
Impressions diverses			1.453 50
Impression du volume de Clermont			24.599 10
Subventions :			
Cours pratique d'histoire naturelle fait à l'École normale de Toulouse	Fr.	100	
Société de géographie commerciale de Bordeaux pour faciliter diverses publications scientifiques		300	
A reporter	Fr.	400	39.373 85

Report. . . . Fr.	400	39.373 85
M. Angot, professeur au lycée Fontanes : pour lui permettre de continuer ses recherches sur la photographie. . .	800	
M. Bourdet, du Havre : pour compléter une carte préhistorique de Normandie.	200	
M. de Nansouty (le général) : pour contribuer à l'achèvement de son observatoire du Pic du Midi..	500	
M. de Wismes : pour aider à la continuation des fouilles près Pornic.	200	
M. Tatin : pour continuer ses recherches sur le vol des oiseaux.	200	
Société géologique de Normandie : pour contribuer à la publication d'un ouvrage relatif à l'exposition faite par ses soins pendant le Congrès du Havre	500	
M. Deslongchamps, professeur à la Faculté des sciences de Caen : pour venir en aide à la publication d'un ouvrage sur le Jura normand.	400	
M. Besnou, d'Avranches : comme encouragement pour ses diverses publications.	50	
M. Serullas, chimiste : pour continuer ses recherches sur la vanilline	200	
Association internationale africaine : souscription. . . .	500	
M. Chantre, sous-directeur du Muséum d'histoire naturelle de Lyon : pour aider à ses recherches dans les Alpes. . .	300	
M. le docteur Pommerol : pour continuer ses fouilles dans les cités en pierres sèches d'Auvergne.	300	
M. Giard, professeur à la Faculté des sciences de Lille : pour contribuer aux dépenses d'entretien du laboratoire de recherches de Wimereux.	1.000	
M. Millardet : pour aider à la publication de son ouvrage sur les vignes américaines.	300	
M. Rames, d'Aurillac : pour aider à la publication de sa carte du Cantal et pour fouilles dans les cendres des volcans.	300	
M. de Lacaze-Duthiers, membre de l'Institut : pour contribuer aux dépenses d'entretien du laboratoire maritime de recherches de Roscof..	1.500	
M. Mouchot : pour permettre la construction d'un appareil d'utilisation de la chaleur solaire destiné à l'Exposition. . .	5.200	
Bourses de session : pour compléter la somme nécessaire à trois de ces bourses	500	
M. Monnier : pour continuer ses recherches sur les vers intestinaux	500	
Total. . . . . Fr.	13.850	13.850 00
A reporter. . . . . . Fr.		53.223 85

	Report. . . . . Fr.	53.223 83
Laissant disponible :		
Réserve statutaire. . . . . .Fr.	3.689 55	
A-compte nouveau	1.100 04	
	4.789 59	4.789 59
	Fr.	58.013 44

CAPITAL

D'autre part, le capital de l'Association, qui était au 31 décembre 1876 de 210.307 fr. 88 c.	Fr.	210.307 88
s'est augmenté, pendant l'année 1877, savoir :		
Membres fondateurs.		2.300
Rachat de cotisations		5.600
Réserve statutaire.		3.689 55
Don de M. Kuhlmann.		5.000
Soit au total.	Fr.	226.897 43
Somme représentée par 10 875 francs de rente 5 0/0, 1.300 francs de rente 3 0/0 } ayant coûté.		221.196 22
et représentant au cours actuel environ 274.000 francs.		
En caisse.	Fr.	5.701 21
	Fr.	226.897 43

Le nombre total des membres de l'Association était au 31 décembre dernier, jour où s'arrête ce compte rendu financier, de 2,384. Il s'est, pendant l'année 1878, sensiblement accru.

En 1872, lors du premier compte rendu qui vous était présenté, nos revenus annuels s'élevaient à 15,600 francs, notre capital était de 136,464 francs, et le nombre total des membres ne dépassait pas 827. Enfin 1,300 francs seulement avaient pu être consacrés à des subventions.

Ainsi un capital accru de près de 100,000 francs, un revenu presque quadruplé, un nombre d'adhérents à peu près triplé, le fonds des encouragements scientifiques décuplé, tel est le bilan à coup sûr satisfaisant de six années d'existence.

Vous me pardonnerez ce retour en arrière, parce qu'il nous permet d'affirmer une prospérité matérielle qui est votre œuvre et qui n'est que l'indice et l'instrument d'une activité scientifique chaque jour plus féconde.

Nous devons, en outre, proclamer bien haut que si une somme relativement élevée a pu dès cette année être mise au service des travaux et des entreprises scientifiques, que votre conseil a jugé le plus digne d'être encouragés, le mérite en revient en grande partie à la générosité de quelques-uns de nos collègues qui ont confié à l'Association française le soin honorable d'être l'intermédiaire et la dispensatrice de leurs dons.

Les noms de MM. Bischoffsheim, d'Eichthal, Menier, qui contribuent chaque

année à enrichir largement notre budget des subventions, trouveront toujours dans cette enceinte un écho sympathique et reconnaissant.

La ville du Havre a versé pour le même emploi une somme de 1,500 francs restant disponible sur les crédits qu'elle avait affectés à notre session de l'an dernier. Nous sommes heureux de l'occasion qui nous est donnée de remercier ici encore une fois la municipalité généreuse et intelligente auprès de laquelle nous avons trouvé un accueil si chaleureux.

Enfin nous devons dans cette rapide énumération une mention toute spéciale à M. Kuhlmann et à M. Tourasse.

M. Kuhlmann figure pour 5,000 francs sur la liste de nos donateurs pour l'exercice 1877. Vous l'y retrouverez l'an prochain encore pour un nouveau don de 1,000 francs qu'il vient de nous verser et qu'il veut, sa vie durant, renouveler chaque année.

M. Tourasse, de Pau, fondateur, dès l'origine, pour deux parts, vient, pour la quatrième fois, de nous faire parvenir le montant d'une part de fondation.

Je ne crois pouvoir l'en mieux remercier qu'en rappelant en son nom à tous nos collègues que, bien que l'Association soit fondée et bien fondée, la liste de ses fondateurs n'est jamais close, ni pour ceux qui veulent attacher leur nom à cette œuvre utile , ni pour ceux qui, déjà des nôtres, veulent augmenter le chiffre de leur participation ; et vous voyez que M. Tourasse joint largement l'exemple au précepte.

Une autre innovation utile, dont la première initiative revient à notre dévoué et généreux ancien président, M. d'Eichthal, mérite votre attention spéciale, c'est celle des bourses de session qui, mises chaque année à la disposition de quelques jeunes gens pour les encourager à assister à nos Congrès, recrutent pour notre œuvre, dès leur entrée dans la science, des adhérents dont le concours nous sera chaque jour plus précieux.

Six bourses ont pu être distribuées cette année : elles l'ont été de préférence dans les villes que nous avons visitées déjà. Mais ce n'est là qu'un premier essai et nous espérons que quelques-uns d'entre vous nous aideront, par des versements spéciaux, à développer cette fondation partout accueillie avec faveur.

Je termine, mesdames et messieurs, en vous donnant quelques explications sur un fait qui s'est présenté cette année pour la première fois et, sans doute, pour la dernière fois : je veux parler du retard apporté à la distribution annuelle du volume qui vous parvient d'habitude au commencement du mois d'août.

Ce volume est presque entièrement achevé, et rendra comme les précédents, un témoignage fort honorable de la session du Havre pour la qualité comme pour la quantité des travaux qui y ont été présentés.

Mais la grève des ouvriers typographes a fait perdre pour l'impression quelques semaines précieuses, et qu'il n'a pas dépendu de nous de regagner comme nous l'aurions voulu. Le volume sera mis en distribution dans le courant du mois d'octobre.

SÉANCES DE SECTIONS

1er Groupe

SCIENCES MATHÉMATIQUES

1re & 2me Sections

MATHÉMATIQUES, ASTRONOMIE, GÉODÉSIE ET MÉCANIQUE

Président. . . . . M. COLLIGNON, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées
Vice-Président. . . . . . . M. CATALAN, Professeur à l'Université de Liége.
Secrétaires. . . . . . . M. Ed. LUCAS, Professeur au Lycée Charlemagne.
— M. PICQUET, Répétiteur à l'École polytechnique.

M. CATALAN

Professeur à l'Université de Liége.

THÉORIE DES MOINDRES CARRÉS (*).

— Séance du 23 août 1878. —

(*) *Mémoires de l'Académie royale des sciences de Belgique.*

M. CATALAN

Professeur à l'Université de Liége.

SUR LES LIGNES DE COURBURE DE LA SURFACE DES ONDES

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. TCHEBICHEF

Membre de l'Académie de Saint-Pétersbourg, Associé de l'Institut de France.

INTÉGRATION DES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES DU PREMIER ORDRE

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. l'Amiral E. de JONQUIÈRES

DE LA REPRÉSENTATION DES NOMBRES PAR DES FORMES QUADRATIQUES BINAIRES APPLICATION A L'ANALYSE INDÉTERMINÉE

— *Séance du 23 août 1878.* —

1. Le problème de la représentation d'un nombre donné par une forme quadratique binaire donnée, qui fait l'un des sujets principaux du chapitre V des *Disquisitiones*, peut être résolu très-simplement, dans le cas fort étendu où cette forme est $u^2 + tv^2$, t étant un nombre rationnel, positif ou négatif.

Le nouveau mode de solution dont je veux parler, consiste à faire dépendre la représentation du nombre donné N de la décomposition préalable de son carré N^2 en une somme quadratique de même forme que celle qui est demandée. Il suffit, pour pouvoir l'appliquer, qu'on connaisse les facteurs premiers $f_1, f_2, f_3, \ldots f_n$, du nombre N, et je

supposerai d'abord que chacun d'eux est décomposable en une forme semblable, de telle sorte qu'on a, par hypothèse,

$$f_1 = a_1^2 + tb_1^2,\ f_2 = a_2^2 + tb_2^2;\ \ldots\ f_n = a_n^2 + tb_n^2.$$

Cela étant, et les symboles Σ, π désignant, respectivement, selon l'usage, des sommes et des produits de termes semblables, les formules ci-après permettent d'écrire immédiatement l'une des décompositions dont N^2 est susceptible, et que je nommerai la décomposition type, $N^2 = X_1^2 + tY_1^2$, dans laquelle les nombres composants X_1 et Y_1 sont premiers entre eux, et d'où les autres décompositions (qui sont au nombre de 2^{n-1} y compris celle-là, si n désigne le nombre des facteurs quel que soit d'ailleurs l'exposant de la puissance à laquelle chacun d'eux entre dans la composition de E) se déduisent par de simples permutations de signes entre les différents termes dont ces formules sont formées.

$$(A)\left\{\begin{aligned} X_1 = \pi(a^2 - tb^2) &- 2^2t\Sigma[\pi_2(ab)\pi_{n-2}(a^2 - tb^2)] \\ &+ 2^4t^2\Sigma[\pi_4(ab)\pi_{n-4}(a^2 - tb^2)] \\ &- 2^6t^3\Sigma[\pi_6(ab)\pi_{n-6}(a^2 - tb^2)] + \text{etc.} \\ \frac{1}{\sqrt{t}}Y_1 = 2\Sigma[\pi_1(ab)\pi_{n-1}(a^2 - tb^2)] &- 2^3t\Sigma[\pi_3(ab)\pi_{n-3}(a^2 + tb^2)] \\ &+ 2^5t^2\Sigma[\pi_5(ab)\pi_{n-5}(a^2 - tb^2] - \text{etc.} \end{aligned}\right.$$

Pour passer de cette décomposition type de N^2 à l'une des $2^{n-1} - 1$ autres, dans chacune desquelles les composants X_2, Y_2, etc., sont pareillement premiers entre eux, il suffit d'y changer, à la fois dans les deux formules et successivement, les signes des facteurs ab pris isolément, puis les signes de ces facteurs pris deux à deux, puis trois à trois quatre à quatre, etc., et enfin $\frac{n-1}{2}$ à $\frac{n-1}{2}$ si n est impair, ou $\frac{n}{2}$ à $\frac{n}{2}$ si n est pair, en ne prenant, dans ce dernier cas, que la moitié des solutions fournies par ce dernier groupe de permutations, parce qu'elles s'y répètent deux à deux.

II. Outre ces décompositions ou représentations *propres* de N^2, il y en a d'autres dans lesquelles les composants ont un diviseur commun, savoir l'un quelconque des facteurs de N, ou le produit de deux, de trois, etc., enfin de $n - 1$ de ces facteurs. Mais comme ces représentations *composées* ou *impropres* se déterminent par les mêmes formules (A), appliquées au nombre N^2 divisé par le carré du diviseur commun des membres composants respectifs X_i, Y_i, elles ne présentent aucun intérêt particulier, et il n'y a pas lieu d'en parler davantage, si ce n'est

pour dire qu'en les comptant avec les représentations propres, on obtient le nombre total $\frac{1}{2}(3^n - 1)$ des décompositions de N^2, conformément à la règle établie par Gauss et Legendre.

Quand les facteurs premiers du nombre N, que je suppose encore être de la forme $u^2 + tv^2$, entrent à une puissance quelconque, et non plus à la première, dans sa composition, le nombre total des représentations de N^2 s'accroît en vertu de la règle générale, dont la formule $\frac{3^n - 1}{2}$ n'est qu'une expression particulière, relative au cas où tous les exposants sont égaux à 2; mais ce qui est digne de remarque, c'est que le nombre des représentations propres de N^2 reste le même, comme celui des facteurs premiers simples duquel il dépend exclusivement, et que celui des représentations composées est seul accrû.

III. Dans l'un et dans l'autre cas, on passe des représentations propres de N^2, ainsi obtenues, à celles de N, qui sont pareillement au nombre de 2^{n-1} et qui leur correspondent une à une, par les formules

$$x^2_i = \frac{N + X_i}{2}, \quad y^2_i = \frac{N - X_i}{2t}, \qquad \text{(B)}$$

dans lesquelles x_i et y_i désignent les composants de la représentation $N = x^2_i + ty^2_i$ correspondante à celle $X^2_i + tY^2_i$ de N^2, et où le composant X_i doit entrer avec le signe que lui attribue la formule (A) qui a servi à le trouver.

Réciproquement, chacune des 2^{n-1} représentations propres de N^2 dérive de celle correspondante de N par les relations suivantes, dites « des triangles rectangles »,

$$X_i = x^2_i - ty^2_i, \quad \frac{1}{\sqrt{t}} Y_i = 2x_i y_i \qquad \text{(C)};$$

mais comme on ne connaît pas de formule propre à donner immédiatement les décompositions de N, ces formules (C), dont je montrerai ci-après l'utilité pour un autre usage, ne sont d'aucune application pratique pour ce qui concerne la décomposition même de N. Le moyen le plus direct et le plus prompt d'obtenir les représentations propres de ce nombre consiste donc, comme je l'ai dit, à écrire d'abord celles de N^2, à l'aide des formules (A), ce qui se fait d'un seul coup et sans tâtonnements, et à passer ensuite de ces représentations à celles de N par les formules (B). Il y a même lieu de remarquer que, si l'on n'a pour objet que la représentation de N, il suffit de calculer les composants X des décompositions de N^2 par la première seule de ces formules.

Pour plus de détails sur ces divers points et pour les démonstrations, je renvoie le lecteur aux articles que j'ai publiés dans le tome XVII, 2e série, des *Nouvelles Annales de mathématiques.*

IV. Jusqu'ici j'ai supposé que tous les facteurs premiers $f_1, f_2, \ldots f_n$ du nombre N sont décomposables dans la forme $u^2 + tv^2$, par laquelle il s'agit de représenter le nombre N. S'il y en a d'autres, ils sont, soit des *diviseurs linéaires* de ladite formule (Voir la *Théorie des nombres*, de Legendre, IIe partie, § IX, X et suiv.), soit des nombres premiers ne possédant ni l'une ni l'autre de ces deux qualités. Dans ce dernier cas, pour que le nombre N et son carré soient décomposables en sommes quadratiques de la forme requise, il faut que le produit de ces facteurs, qui ne sont ni quadratiques ni linéaires, soit égal au carré parfait d'un nombre β. S'il en est ainsi, et qu'en même temps les autres facteurs de N soient de la forme $u^2 + tv^2$, N sera décomposable dans cette forme, et le multiplicateur β se retrouvera nécessairement comme facteur commun des deux composants x_i, y_i de chacune des décompositions propres de N, c'est-à-dire de chacune de celles de ses représentations dans lesquelles ces composants, une fois débarrassés de leur diviseur commun qui est absolument étranger à la forme quadratique, sont premiers entre eux. Il faut donc commencer par diviser le nombre N par β^2, et s'occuper seulement de la décomposition du quotient $\frac{N}{\beta^2}$, qui n'a plus que des facteurs quadratiques de la forme donnée et des facteurs linéaires de cette forme ou de l'une des formes quadratiques à trois termes associées à celle-là.

A l'égard des diviseurs linéaires qui entrent comme facteurs dans N, une transformation préalable provisoire de chacun d'eux est d'abord nécessaire pour qu'on puisse faire usage des formules (A). A cet effet, il faut multiplier chacun d'eux par un multiplicateur (et il en existe toujours au moins un) choisi de manière à le transformer en un diviseur quadratique de la forme requise $u^2 + tv^2$ (V. *Théorie des nombres*, nos 186 et 231). Il faut, en outre, pour que les formules (A) et (B) conduisent au résultat cherché, que le produit de ces multiplicateurs auxiliaires soit un carré parfait α^2 Cette condition sera satisfaite d'elle-même, si ceux de ces multiplicateurs qui sont égaux entre eux (cette égalité se présente fréquemment pour les facteurs d'un même nombre susceptible de décomposition) sont en nombre pair. S'il en est autrement, on prendra pour multiplicateurs respectifs des facteurs qui sont en excédant les carrés des nombres qui leur conviennent individuellement, au lieu de prendre ces nombres eux-mêmes, à la condition bien entendu, que ces carrés jouissent aussi de la propriété de rendre quadratiques les diviseurs linéaires auxquels ils correspondent; dans le cas contraire, il faudrait choisir d'autres multiplicateurs satisfaisant à cette condition.

Le nombre proposé N se trouvera de la sorte transformé en un autre nombre $\alpha^2 N$, et les formules (A), rendues applicables par cette transformation préalable et provisoire, feront connaître immédiatement toutes les représentations propres du carré $\alpha^4 N^2$. Si le nombre N est décomposable dans la forme donnée, il en est de même de son carré N^2 ; il est donc évident qu'alors, parmi les représentations de $\alpha^2 N^2$ ainsi obtenues, il en existera une ou plusieurs, selon le cas, où les nombres composants auront le produit α^2 pour facteur commun, c'est-à-dire seront de la forme $\alpha^2 X_i$, $\alpha^2 Y_i$. En supprimant ce facteur dans chacune de ces solutions, on en déduira, par les formules (B), toutes les représentations cherchées du nombre N. Si, parmi les représentations de $\alpha^4 N^2$, il n'en existe aucune où cette circonstance se présente, ce sera une preuve que le nombre proposé n'est susceptible d'aucune représentation dans la forme donnée.

V. Lorsque N^2 et N ont été décomposés dans la forme $u^2 + tv^2$, on obtient leurs représentations dans la forme conjuguée $p^2 + 2pq + cq^2$, si t est de la forme $4k + 1$, ou dans la forme $p^2 + pq + dq^2$, si t est de la forme $4k + 3$, en posant, pour chaque représentation $x^2 + ty^2$ de N,

$$p = x - y,\ q = y,\ c = t + 1, \text{ dans le premier cas, et}$$

$$p = x - y,\ q = 2y,\ d = \frac{t+1}{4}, \text{ dans le second cas.}$$

Lorsque t est négatif (*), les représentations de N ainsi obtenues, soit dans la forme à deux termes, soit dans sa conjuguée, sont les représentations initiales ou en moindres nombres de N, desquelles on en déduit ensuite une infinité d'autres par les formules connues (V. Legendre, *Théorie des nombres*, 1^re partie, n° 38).

VI. Enfin les formules (A), légèrement modifiées, se prêtent aussi, lorsque le nombre des facteurs de N est pair et que ces facteurs sont tous de la forme $qa^2 + pb^2$, à la décomposition du carré de ce nombre et de ce nombre lui-même en une somme quadratique de la forme $X^2 + \frac{p}{q} Y^2$. Il faut alors les écrire ainsi :

$$(D)\left\{\begin{aligned} X &= \pi^n(qa^2 - pb^2) - 2^2 pq\Sigma[\pi_2(ab)\pi_{n-2}(qa^2 - pb^2)] \\ &\quad + 2^4 p^2q^2\Sigma[\pi_4(ab).\pi_{n-4}(qa^2 - pb^2)] - \text{etc.} \\ \sqrt{\frac{p}{q}}\ Y &= 2q\Sigma[\pi_1(ab)\pi_{n-1}(qa^2 - pb^2)] \\ &\quad - 2^3 pq^2\Sigma[\pi_3(ab)\pi_{n-3}(qa^2 - pb^2)] \\ &\quad + 2^5 p^2q^3\Sigma[\pi_5(ab)\pi_{n-5}(qa^2 - pb^2)] - \text{etc.} \end{aligned}\right.$$

(*) Je ne m'étais d'abord occupé que du cas de t positif. C'est M. Tchebichef qui m'a fait l'honneur de m'inviter à rechercher si les mêmes formules ne s'appliqueraient pas aussi bien au cas où cette caractéristique est négative. C'est en effet ce qui a lieu ; les formules (A) donnent un résultat *algébrique*, indépendant par conséquent du signe, comme de la valeur de cette constante.

mais lorsque le nombre des facteurs premiers de N est impair, il se présente cette particularité, que N^2 seul est décomposable dans la forme $X^2 + \frac{p}{q} Y^2$ (et cela arrive précisément parce que le nombre de ses facteurs est toujours pair, puisque c'est un carré), et que les représentations de N, qu'on déduit par les formules (B) de celles que les formules (A) ou données pour N^2, sont de la forme $qx^2 + py^2$, semblable à celle des facteurs composants de N. Cela est facile à démontrer. On sait, en effet (Legendre, *Théorie des nombres*, n° 235) que le produit de deux expressions de la forme $a^2 + tb^2$ est aussi de cette forme. Si $t = \frac{p}{q}$, un facteur tel que $qa^2 + pb^2$ peut s'écrire ainsi $q\left(a^2 + \frac{p}{q} b^2\right)$. Le produit d'un nombre pair $2i$ de tels facteurs sera donc de la forme $q^{2i}\left(A^2 + \frac{p}{q} B^2\right)$, ou $(\overline{q^i A})^2 + \frac{p}{q} \cdot (\overline{q^i B})^2$, c'est-à-dire aussi de la forme $A_1^2 + \frac{p}{q} B_1^2$. Mais le produit d'un nombre impair de ces facteurs sera de la forme $q^{2i+1}\left(A^2 + \frac{p}{q} B^2\right)$ ou $q\left[(\overline{q^i A})^2 + \frac{p}{q} (\overline{q^i B})^2\right]$ $= q\left(A_1^2 + \frac{p}{q} B_1^2\right) = qA_1^2 + pB_1^2$, en posant, dans les deux cas, $A_1 = q^i A$, $B_1 = q^i B$.

Quelques exemples éclairciront ce qui précède.

VII. Soit d'abord $N = 7429 = 17.19.23$, dont on demande les représentations dans la forme $u^2 + 15v^2$.

De ses trois facteurs premiers, un seul est quadratique; c'est 19. Les deux autres le deviennent en les multipliant, respectivement, par 3. On a ainsi $9N = (3.17).19.(3.23) = (6^2 + 15.1^2)(2^2 + 15.1^2)(3^2 + 15.2^2)$, et les formules (A) donnent pour les quatre systèmes de valeur de X et de Y.

$$X_1 = \quad 9.6349 \qquad \frac{1}{\sqrt{15}} Y_1 = -9.996$$

$$X_2 = -9.7091 \qquad \frac{1}{\sqrt{15}} Y_2 = -9.572$$

$$X_3 = \quad 9.4429 \qquad \frac{1}{\sqrt{15}} Y_3 = \quad 9.1540$$

$$X_4 = \quad 9.1549 \qquad \frac{1}{\sqrt{15}} Y_4 = \quad 9.1876$$

Les composants X et Y des quatre systèmes ayant le facteur commun 9, il s'ensuit que N^2 et N sont susceptibles chacun de quatre repré-

sentations dans la forme donnée. On en déduit, par les formules (B), pour celles de N, $7429 = 83^2 + 15 . 6^2 = 77^2 + 15 . 10^2 = 67^2 + 15 . 14^2 = 13^2 + 15 . 22^2$.

Soit, en second lieu, $N = 2904739 = 17^2 . 19 . 23^2$; les facteurs premiers 17, 19, 23 sont les mêmes que dans l'exemple précédent, mais deux d'entre eux ont l'exposant 2, au lieu d'entrer à la première puissance seulement dans la composition de N. 17^2 et 23^2 sont d'ailleurs diviseurs quadratiques de la forme donnée, et l'on a

$$2904739 = (7^2 + 15.4^2)(17^2 + 15.4^2)(2^2 + 15.1^2).$$

Les formules (A) et (B) donnent les représentations propres de N

$$2904739 = \overline{1318}^2 + 15.\overline{279}^2 = \overline{1682}^2 + 15.\overline{71}^2 = \overline{118}^2 + 15.\overline{439}^2$$
$$= \overline{1198}^2 + 15.\overline{313}^2$$

et l'on voit que l'accroissement des deux exposants n'en produit aucun dans le nombre des représentations propres du nombre donné, ce qui est conforme à la règle énoncée ci-dessus (II).

Mais si un seul des facteurs était élevé à la deuxième puissance, et que le nombre donné fût, par exemple, $N = 17^2 . 19 . 23 = 126293$, comme 17^2 et 19 sont des diviseurs quadratiques de $u^2 + 15.v^2$, tandis que 19 est simplement un diviseur linéaire d'une formule quadratique autre que celle à laquelle appartient 19 (V. Legendre, table V), cette circonstance rend la décomposition de N impossible dans la forme donnée. Ainsi, lorsque les premiers facteurs de N sont tous ou en partie des diviseurs linéaires de la forme proposée, un accroissement dans la valeur de leurs exposants respectifs peut avoir pour conséquence une diminution dans le nombre des représentations du nombre donné, et peut même rendre celles-ci absolument impossibles.

Soit encore $N = 121069 = 13 . 67 . 139$ dont on demande la ou les représentations dans la forme $u^2 + 87v^2$, , dont les trois facteurs premiers sont des diviseurs linéaires, appartenant d'ailleurs à une seule et même formule quadratique associée à celle-là.

Le multiplicateur auxiliaire le plus simple qui transforme ces trois facteurs en diviseurs quadratiques de la formule $u^2 + 87v^2$ est le nombre 7 et le carré de 7 jouit de la même propriété. Le nombre des facteurs étant impair, on multipliera deux d'entre eux par 7 et le troisième par 7^2, afin que le produit de tous les multiplicateurs auxiliaires soit un carré parfait. On aura ainsi

$$N' = 7^4.N = (7^2.13)(7.67)(7.139) = (17^2+87.2^2)(11^2+87.2^2)(25^2+87.2^2)$$

d'où, par les formules (A) et en se bornant à calculer les X,

$$X'_1 = +\ 88484053 = \quad 7^4.36853$$
$$X'_2 = -\ 35893931$$
$$X'_3 = +\ 187522069 = \quad 7^2.3826981$$
$$X'_4 = -\ 225272747 = -\ 7^2.4597403.$$

Une seule de ces valeurs étant multiple du facteur auxiliaire 7^4, on en conclut que N n'a qu'une seule représentation dans la forme donnée, savoir $121069 = \overline{281}^2 + 87.\overline{22}^2$, qu'on déduit, par les formules (B), de la valeur de X'_1,

Les formules du § V donnent ensuite, en ayant égard à ce que 87 est de la forme $4K + 3$,

$N = \overline{259}^2 + 259.44 + 22.\overline{44}^2$, pour la représentation de N dans la forme $p^2 + pq + 22.\ q^2$, associée à $u^2 + 87.\ v^2$.

Les trois autres valeurs de X répondent à des questions *étrangères*, introduites par l'emploi des facteurs auxiliaires.

Voici enfin un exemple où $t = \frac{p}{q}$ est fractionnaire, et je supposerai que les facteurs de N sont en nombre impair et tous de la forme $5a^2 + 7b^2$ (VI).

$$N = 527133 = 73.83.87 = (5.3^2 + 7.2^2)(5.2^2 + 7.3^2)(5.4^2 + 7.1^2).$$

Les formules (D) donnent, pour les quatre valeurs de X,

$$\begin{aligned} X_1 &= -\ 53363 - 367920 + 144480 - 57120 = -\ 333923.\\ X_2 &= - \qquad\quad + \qquad\quad - \qquad\quad - \qquad = +\ 112957.\\ X_3 &= - \qquad\quad + \qquad\quad + \qquad\quad + \qquad = +\ 516157.\\ X_4 &= - \qquad\quad - \qquad\quad - \qquad\quad + \qquad = -\ 508643.\end{aligned}$$

On obtiendrait de même les quatre valeurs correspondantes de Y. La première, par exemple, donne pour l'une des quatre décompositions de N^2, $\overline{527133}^2 = \overline{333923}^2 + \frac{7}{5}\overline{344720}^2$.

On déduit de ces valeurs de X, par les formules (B), les quatre représentations de N, non plus dans la forme $x^2 + \frac{7}{5}.y^2$, mais dans celle-ci $5x^2 + 7y^2$, savoir

$$527133 = 5.\overline{139}^2 + 7.\overline{248}^2 = 5.\overline{253}^2 + 7.\overline{172}^2 = 5.\overline{323}^2 + 7.\overline{28}^2$$
$$= 5.\overline{43}^2 + 7.\overline{272}^2.$$

VIII. La dépendance mutuelle qui existe entre les représentations propres de N^2 et celles de N trouve son application dans la résolution, en nombres entiers ou rationnels, des systèmes de deux équations indéterminées du second degré, dans bien des cas où l'on a à considérer

simultanément un nombre indéterminé y et son carré y^2. Les équations

$$y = x^2 + tu^2, \qquad y^2 = z^2 + tv^2,$$

avec les conditions $u = x + \alpha$, $v = z \pm \beta$, rentrent dans cette catégorie.

On a, en effet, en vertu du principe énoncé,

$$y^2 = (tu^2 - x^2)^2 + t\,.\,\overline{2xu}^2, \text{ d'où}$$
$$tu^2 - x^2 = z^2, \; 2xu = v,$$

et, par suite,

$$tu^2 - (u-\alpha)^2 \pm \beta = 2u\,(u-\alpha), \text{ et } u^2\,(t-3) + 4\alpha u - \alpha^2 \pm \beta = 0,$$

d'où $$u = \frac{t}{t-3}\left[-2\alpha \pm \sqrt{4\alpha^2 + (t-3)\,(\alpha^2 \mp \beta)}\right] \quad \text{(E)}.$$

Pour que la valeur de u donnée par l'équation (E) soit rationnelle, on ne devra prendre pour t que les valeurs qui rendent la quantité placée sous le radical égale à un carré parfait. Par exemple, si l'on demande que $\alpha = \beta = 1$, on trouve que t ne peut recevoir que l'une des six valeurs auxquelles répondent en nombres entiers les solutions.

$t = 1$	2,	4,	5,	7	9
$x = 1$	3	-5	-3	-2	-2
$u = 2$	4	-4	-2	-1	-1
$y = 5$	41	89	29	11	13
$z = 3$	23	39	11	3	-5
$v = 4$	24	40	12	4	-4

ainsi l'on a $29 = 3^2 + 5\,.\,2^2$ et $29^2 = 11^2 + 5\,.\,12^2$, etc.

La formule (E) donne une infinité de solutions, si l'on demande seulement que les valeurs de x, u, z et v soient rationnelles. Par exemple, si l'on doit avoir $\alpha = 3$ et $\beta = \pm 5$,
les valeurs de u que donne l'équation (E) sont comprises dans les deux suites indéfinies, pour le signe $+$ de β,

$$\left\{\begin{array}{l} u = \frac{1}{3},\ \frac{2}{7},\ \frac{1}{4},\ \frac{2}{9},\ \frac{1}{5},\ \frac{2}{11},\ \frac{1}{6},\ \ldots \\ u = \infty,\ -2,\ -1,\ -\frac{2}{3},\ -\frac{1}{2},\ -\frac{2}{5},\ -\frac{1}{3}\ \ldots \end{array}\right.$$

correspondantes, respectivement, aux valeurs ci-après de t

$$t = 3,\ 10,\ 19,\ 30,\ 43,\ 58,\ 75,\ \ldots$$

et, pour l'autre signe de β, dans les deux autres suites

$$u = \frac{7}{6},\ 1,\ \frac{14}{17},\ \frac{1}{2},\ \ldots\ldots$$

$$u = \infty,\ -7,\ -\frac{26}{17},\ -\frac{7}{8},\ \ldots$$

$$t = 3,\ 5,\ 29,\ 35,\ \ldots$$

Soit, par exemple, $t = 19$; on a les deux solutions

1° $u = \frac{1}{4}$, 2° $u = -1$, qui donnent, respectivement

1° $x = \frac{1}{4} - 3 = -\frac{11}{4}$, d'où $y = \left(-\frac{11}{4}\right)^2 + 19\left(\frac{1}{4}\right)^2$
$= \frac{140}{16}$, et $y^2 = \left(-\frac{102}{16}\right)^2 + 19\left(\frac{22}{16}\right)^2 = \left(\frac{140}{16}\right)^2$

2° $x = -1 - 3 = -4$, d'où $y = (-4)^2 + 19(-1)^2$
$= 35$ et $y^2 = 3^2 + 19 \cdot 8^2 = \overline{35}^2$.

Dans ces deux solutions les conditions initiales sont observées, car

1° $\frac{1}{4} = -\frac{11}{4} + 3$ et $-\frac{22}{16} = -\frac{102}{16} + 5$.

2° $-1 = -4 + 3$ et $8 = 3 + 5$.

M. GOHIERRE DE LONGCHAMPS

Professeur de mathématiques au Lycée de Poitiers.

SUR LES NORMALES AUX CONIQUES

— *Séance du 23 août 1878.* —

Le travail dont nous voulons indiquer, seulement, le point de départ et les résultats principaux, a pour but *l'étude des propriétés du pinceau de normales issues d'un point à une conique à centre.*

1. On sait que les coniques sont des courbes *unicursales* et que leurs coordonnées peuvent, quels que soient les axes choisis, s'exprimer *rationnellement* en fonction d'un paramètre variable t, par les formules

$$x = \frac{f(t)}{\varphi(t)} \qquad y = \frac{F(t)}{\varphi(t)}$$

f, F, φ, étant des fonctions du *second degré seulement*.

C'est ainsi que l'ellipse, rapportée à ses axes,

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

peut être représentée, en posant :

$$\frac{\frac{x}{a}}{1 - \frac{y}{b}} = \frac{1 + \frac{y}{b}}{\frac{x}{a}} = t$$

par les formules,

$$\frac{x}{a} = \frac{2t}{t^2 + 1} \qquad \frac{y}{b} = \frac{t^2 - 1}{t^2 + 1}.$$

Ces formules servent de base à nos calculs.

2. Nous désignons par P le point d'où partent les normales ; et nous appelons α, β, ses coordonnées :

A_1, A_2, A_3, A_4, sont les pieds des quatre normales issues de ce point ;
x_1y_1 ; x_2y_2, ... leurs coordonnées respectives ;
C_1, C_2, C_3, C_4, sont les centres des cercles circonscrits aux triangles formés par les pieds des normales, pris trois à trois (C_4 correspond au triangle $A_1A_2A_3$, et ainsi des autres) ;
$\alpha_1\beta_1$, $\alpha_2\beta_2$, ... représentent respectivement les coordonnées des points $C_1, C_2, \ldots$

m_4, désigne le coefficient angulaire de la normale PA_4,
μ_4, celui de PC_4 et μ'_4, celui de OC_4, enfin,
$M_{1,2}$ celui de la droite A_1A_2.

3. Voici quelques formules auxquelles nous sommes arrivés, par des calculs qui sont assez rapides, mais que, pour écourter, nous ne transcrivons pas ici.

1° Le cercle $A_1A_2A_3$ a pour équation

$$(1) \qquad (x + x_4)^2 + (y + y_4)^2 - \alpha\,(x + x_4) - \beta\,(y + y_4) = (a^2 + b^2)\left(\frac{xx_4}{a^2} + \frac{yy_4}{b^2} + 1\right)$$

2° Les coordonnées du centre de ce cercle sont données par les relations :

$$(2) \qquad 2\alpha_4 = \beta\,\frac{b^2x_4}{a^2y_4} = \alpha - \frac{c^2x_4}{a^2}$$

$$2\beta_4 = \alpha\,\frac{a^2y_4}{b^2x_4} = \beta + \frac{c^2y_4}{b^2}$$

3° Les coefficients angulaires m_1, μ_1, $M_{1,2}$ satisfont aux formules :

$$\mu_1 = m_1 \frac{m_1\alpha - 2\beta}{\beta - 2m_1\alpha} \text{ *}$$

(3) $$m_3 m_1 M_{1,2} = \frac{\beta}{\alpha}$$

$$\mu'_1 = \frac{\alpha}{\beta} m^2_1$$

auxquelles il faut joindre la condition connue,

$$m_1 = \frac{a^2 y_1}{b^2 x_1}.$$

4° Quand un cercle passe par les pieds de trois normales concourantes, son équation étant :

$$x^2 + y^2 + Ax + By + C = 0$$

on a la relation,

(4) $$\frac{A^2 a^2}{(a^2 + C)^2} + \frac{B^2 b^2}{(b^2 + C)^2} = 1$$

et les coordonnées α, β du point de concours de ces trois normales sont données par les formules :

(5) $$-\alpha = A \cdot \frac{b^2 + C}{a^2 + C}$$
$$-\beta = B$$

4. De ces formules on peut déduire un très-grand nombre de théorèmes, notamment ceux qui sont démontrés dans un opuscule de M. Desboves** et ceux qu'a donnés M. Laguerre, dans le travail que nous venons de citer. Nous donnerons, simplement, quelques énoncés que nous croyons nouveaux et que nous choisissons, parmi ceux qui nous paraissent les plus dignes de remarque, dans le mémoire dont nous venons de donner une idée.

Théorème I. — *Le cercle qui passe par les trois points* A_1, A_2, A_3, *coupe, ainsi le veut le théorème de Joachimstal, l'ellipse en un quatrième point* A'_1, *diamétralement opposé au point* A_1. *Ce même cercle va passer par la projection du centre O, sur la tangente au point* A'_1.

Théorème II. — *Si l'on joint le point* C_1 *au centre O de l'ellipse et qu'on prolonge cette droite d'une longueur double, le point ainsi obtenu est situé sur la normale au point* A_1.

Théorème III. — *La somme des puissances du centre de l'ellipse, par*

* Voyez, sur les coefficients angulaires m et μ, un théorème de M. Laguerre. (Comptes rendus de l'Académie des sciences, 22 juin 1877, tome LXXXIV).

** Desboves. *Théorèmes et problèmes sur les normales aux coniques.* Mallet-Bachelier, 1861.

rapport aux quatre cercles qui passent par les pieds de quatre normales concourantes, points combinés trois à trois, est constante, et égale à $-2(a^2+b^2)$.

Théorème IV. — *La droite qui joint le point* C_1, *au milieu de la droite* OP, *et la normale* PA_1, *rencontrent l'ellipse en quatre points situés sur un cercle.*

Théorème V. — *Si l'on prend le milieu de* A_1C_1, *et celui de* A_2C_2, *la droite qui joint ces deux points, et la droite* C_1C_2, *rencontrent l'ellipse, en quatre points, situés sur un cercle.*

Théorème VI. — *Le segment intercepté sur l'axe des* x *par les deux normales* PA_1, PA_2, *est double de la projection de la droite* C_1 C_2, *sur ce même axe.*

Théorème VII. — *Considérons une normale* PA_1 *et nommons* B_1 *le milieu du segment intercepté sur cette normale par les axes; les points* C *forment un polygone homothétique à celui des points* B : *l'homothétie est inverse; le rapport d'homothétie est égal à* -1; *et le centre d'homothétie s'obtient en partageant la droite* OP, *dans le rapport de* 1 *à* 3.

Théorème VIII. — *Si nous appelons* A''_1, *le second point de rencontre de la normale* PA_1, *avec l'ellipse et, comme nous l'avons déjà dit,* A'_1 *le point symétrique du point* A_1, *par rapport au centre* O *de l'ellipse, le cercle* $A_1A_2A_3$ *va passer par la projection du point* P *sur la droite* $A'_1A''_1$.

Nous ne multiplierons pas davantage ces énoncés; nous indiquerons seulement, en terminant, le procédé que nous avons employé et qui, croyons-nous, peut donner un très-grand nombre de théorèmes très-simples dans le genre des théorèmes 1 et 8, qu'on vient de lire. Voici ce procédé :

L'équation d'un cerle, ω

$$x^2+y^2+Ax+By+C=0$$

peut s'écrire

$$x^2+y^2+(A+A')\,x+(B+B')\,y+C+C'=A'x+B'y+C';$$

le second membre est une droite arbitraire D; le premier membre représente un nouveau cercle ω'; par conséquent le cercle ω passe par les points communs à D et à ω'. On trouvera donc ainsi autant de points remarquables qu'on le voudra du cercle ω.

C'est ainsi qu'après avoir écrit l'équation (1) sous la forme

$$x^2+y^2+xx_1+yy_1=\left(b^2+\frac{a^2\alpha}{x_1}\right)\left(\frac{xx_1}{a^2}+\frac{yy_1}{b^2}+1\right);$$

on voit que le cercle $A_1A_2A_3$ passe par les points communs au cercle,

$$x^2+y^2+xx_1+yy_1=0$$

et à la droite,

$$\frac{xx_1}{a^2} + \frac{yy_1}{b^2} + 1 = 0.$$

Ce cercle est celui qui est décrit sur OA'_1 comme diamètre; cette droite c'est la tangente au point A'_1. On a donc tout à la fois le théorème de Joachimstal et son complément, savoir le théorème 1.

M. Édouard COLLIGNON

Ingénieur en chef des ponts et chaussées.

ENVELOPPE DES ELLIPSES PLANÉTAIRES OBTENUES EN FAISANT VARIER LA DIRECTION, MAIS NON LA GRANDEUR DE LA VITESSE INITIALE.

— *Séance du 23 août 1878.* —

Soit F (fig. 1) un point fixe, centre d'attraction qui agit sur un point mobile d'après la loi Newtonienne. Soit M la position initiale du point mobile; on le suppose lancé dans le plan de la figure avec une vitesse donnée v_0, dont la direction n'est pas définie. On demande l'enveloppe des trajectoires décrites par le mobile quand on fait varier la direction de la vitesse initiale.

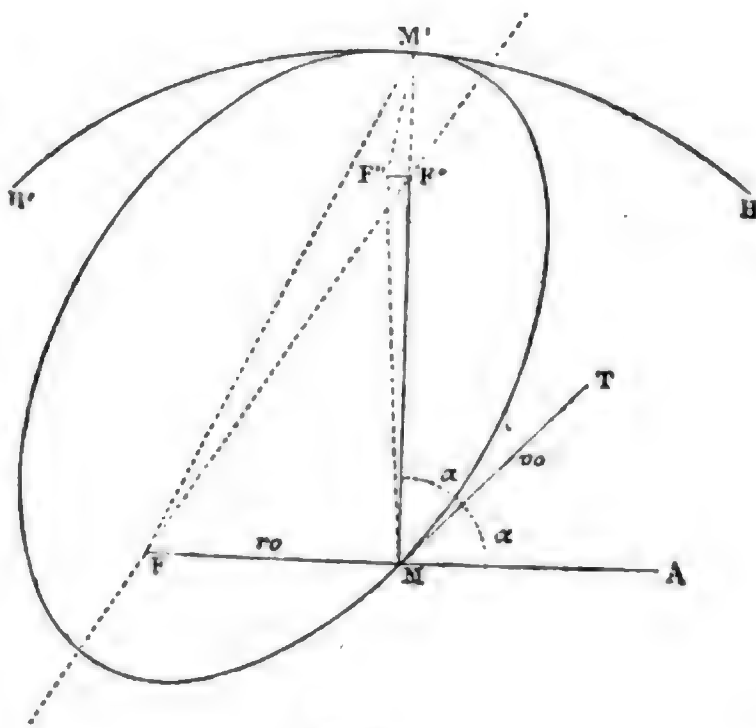


Fig. 1.

Le mobile, que nous pourrons assimiler à une planète tournant autour du soleil F, décrit, comme on sait, une ellipse dont le soleil F occupe un des foyers : cela suppose que la grandeur de la vitesse v_0 ne dépasse pas une certaine limite, $\sqrt{\frac{2f}{r_0}}$, au delà de laquelle la trajectoire deviendrait une parabole, puis une

hyperbole. Le grand axe de l'ellipse, $2a$, est défini par la grandeur de la vitesse v_0, et par la distance initiale, r_0, des points M et F.

Soit MT une direction de la vitesse v_0. Construisons l'ellipse particulière qui correspond à l'angle $\alpha = TMA$. On obtiendra aisément le second foyer F' en faisant l'angle $F'MT = TMA = \alpha$, et en prenant $MF' = 2a - r_0$. Connaissant les deux foyers et le grand axe, il est facile de tracer la courbe.

Soit M' le point où cette courbe touche son enveloppe; le point M' appartiendra à la fois à deux ellipses infiniment voisines, qui auront même grand axe et même foyer F, et qui passeront toutes deux par le point M. Le second foyer F' change de position, et passe en F'', quand on passe de la première ellipse à la seconde; mais la distance MF'' est toujours égale à $2a - r_0$. D'un autre côté, si l'on joint $M'F$, $M'F'$, $M'F''$, on aura

$$M'F + M'F' = 2a \text{ dans la première ellipse,}$$

et $$M'F + M'F'' = 2a \text{ dans la seconde.}$$

Donc $M'F'' = M'F'$.

Il en résulte que, dans le passage de F' en F'', les distances aux points M et M' ne sont pas changées : on en conclut immédiatement que l'élément $F'F''$ est à la fois perpendiculaire à MF' et à $M'F'$, et que par conséquent les trois points M, F', M' sont en ligne droite. Le point M' où l'ellipse touche son enveloppe est donc à l'intersection de l'ellipse avec la droite MF' qui joint la position initiale au second foyer.

Si l'on ajoute membre à membre les deux équations

$$M'F + M'F' = 2a,$$
$$MF' = 2a - r_0,$$

il vient, puisque les trois points M, F', M' sont en ligne droite,

$$M'F + M'M = 4a - r_0,$$

somme constante. Donc le lieu du point M' est une ellipse HH', qui a les points donnés M et F pour foyers, et qui a pour grand axe la somme $4a - r_0$. Il est aisé de vérifier *a posteriori* que les deux ellipses $HM'H'$, MM' se touchent au point M' (*).

On remarquera l'analogie de ce problème avec celui de la *courbe de sûreté* dans le mouvement parabolique des projectiles. Les paraboles issues d'un point M, lorsque la vitesse initiale v_0 est donnée de grandeur, ont pour enveloppe une parabole dont le foyer est au point M; et le point M', où chaque trajectoire particulière touche la parabole

(*) Il est facile d'éviter l'emploi des infiniment petits. Pour cela, il suffit de chercher dans quelle direction on doit lancer le corps au point M pour que la trajectoire passe par un point M' donné. La solution consiste à tracer des points M et M' comme centres, avec des rayons $MF' = 2a - r_0$, et $M'F' = 2a - M'F$, des arcs de cercle qui se couperont au second foyer. Il y a deux solutions si les deux cercles se coupent, une seule s'ils sont tangents, et point de solution s'ils sont extérieurs l'un à l'autre. Le point M' est situé sur l'enveloppe dans le cas où les deux cercles sont tangents, c'est-à-dire lorsque les trois points M, F', M' sont en ligne droite.

enveloppe, est sur la droite MF' qui joint le point M au foyer de cette trajectoire. On passe d'un problème à l'autre en supposant que le point F s'éloigne à l'infini, la distance MF' restant constante et égale à $\frac{v_0^2}{2g}$.

Si, au contraire, c'était le foyer F' qui passât à l'infini, le point M' serait aussi infiniment éloigné, et il n'y aurait pas d'enveloppe; c'est ce qui arrive pour le mouvement parabolique des comètes.

Examinons le cas du mouvement hyperbolique, lorsque $v_0^2 > \frac{2f}{r_0}$; la même méthode peut être suivie et donne la courbe enveloppe des hyperboles correspondantes à une même valeur v_0 de la vitesse initiale. Mais le point M' (fig. 2) où l'hyperbole touche son enveloppe, est situé sur la branche $P'Q'$, et non sur la branche PQ, véritable trajectoire du point mobile; de sorte que le lieu des points M' est une enveloppe géométrique, mais non une *courbe de sûreté*. Ce lieu est une ellipse. En effet, appelant $2a$ l'axe AB de l'hyperbole, axe constant par hypothèse, on a $MF' = 2a + r_0$; d'ailleurs $M'F - M'F' = 2a$, puisque le point M' est sur l'hyperbole. Donc enfin,

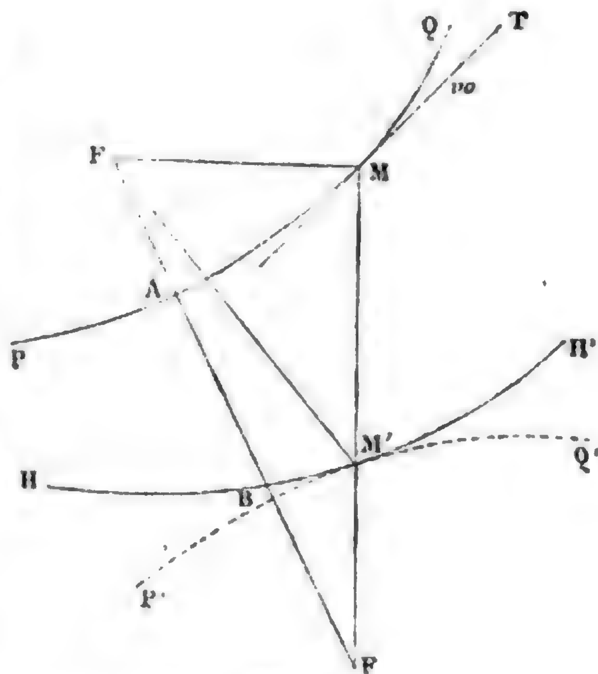


Fig. 2.

$$M'F + MM' = M'F - M'F' + M'F' + MM' = 2a + 2a + r_0 = 4a + r_0,$$

quantité constante. L'enveloppe cherchée est, en définitive, une ellipse HH', ayant $4a + r_0$ pour grand axe et les points M et F pour foyers.

Il y a un dernier cas à examiner, celui où, au lieu d'être attiré vers un centre fixe F, le point mobile serait soumis à une répulsion émanant de ce centre. La trajectoire est alors hyperbolique, mais le mobile décrit la branche d'hyperbole qui laisse le foyer F en dehors de sa concavité. Le second foyer F' est situé à une distance $r_0 - 2a$ du point M, et il est facile de s'assurer que cette différence est toujours positive (*).

(*) Soit f le coefficient de l'attraction rapportée à l'unité de distance et à l'unité de masse; A le double de l'aire décrite dans l'unité de temps par le rayon vecteur FM; B la différence $v_0^2 - \frac{2f}{r_0}$.

Le demi-axe a de la trajectoire est donné par l'équation $a = -\frac{f}{B} = \frac{-f}{v_0^2 - \frac{2f}{r_0}}$, quantité posi-

Le point M', où l'hyperbole trajectoire touche son enveloppe, se trouve situé, tantôt sur la trajectoire elle-même, tantôt sur la branche opposée, et il est facile de démontrer que la différence des distances $M'M - M'F$ est égale en valeur absolue à la quantité constante $4a - r_0$, prise elle-même en valeur absolue. L'enveloppe cherchée est donc une hyperbole dont les foyers sont les points M et F; l'une des branches de cette hyperbole, celle qui touche les trajectoires proprement dites, est une courbe de sûreté; l'autre branche est une simple enveloppe géométrique, et n'a pas de signification mécanique. Le cas particulier de $4a = r_0$ doit être remarqué : car alors l'enveloppe cherchée devient la perpendiculaire élevée au milieu de la droite MF.

Il est à peine besoin de faire remarquer que ces résultats s'étendent à l'espace, en faisant tourner la figure autour de l'axe MF.

M. E. CATALAN

Professeur d'analyse à l'Université de Liége.

SUR LES LIGNES DE COURBURE DE L'ELLIPSOIDE ET DE LA SURFACE DES ONDES (*).

(EXTRAIT.)

— *Séance du 24 août 1878.* —

I. *Lignes de courbure de l'ellipsoïde.*

1. On sait que, l, m, n étant les cosinus directifs de la normale MN à une surface quelconque, les lignes de courbure peuvent être représentées par

$$\frac{dx}{dl} = \frac{dy}{dm} = \frac{dz}{dn}. \tag{1}$$

Introduisons, comme nouvelles variables, le rayon vecteur u et la distance v de l'origine au plan tangent en M, de manière que

$$u^2 = x^2 + y^2 + z^2, \quad v = lx + my + nz. \tag{2}$$

tive si f est négatif. On en déduit $v_0^2 = f\left(\frac{2}{r_0} - \frac{1}{a}\right)$.

Le produit $f\left(\frac{2}{r_0} - \frac{1}{a}\right)$ est donc toujours positif. Dans le cas de la répulsion, f est négatif; donc $\frac{2}{r_0} - \frac{1}{a}$ l'est aussi, et par suite $r_0 - 2a$ est positif.

(*) Ce petit travail, encore incomplet, peut être regardé comme faisant suite au *Mémoire sur une transformation géométrique et sur la surface des ondes* (*Académie de Belgique*, 1868).

Nous pourrons prendre, comme équation des lignes de courbure,

$$\frac{dx}{dl} = \frac{udu}{dv}. \tag{3}$$

2. Dans le cas de l'ellipsoïde, on trouve (*)

$$\frac{dx}{dl} = \frac{a^2udu - \dfrac{a^2b^2c^2}{v^3}\,dv}{uvdu + (u^2 - b^2 - c^2)\,dv}; \tag{4}$$

en sorte que l'équation (3) devient

$$u^2v^4du^2 - uv^3\,(a^2 + b^2 + c^2 - u^2)\,dudv + a^2b^2c^2dv^2 = 0. \tag{5}$$

L'intégrale de cette équation est

$$u^2 = a^2 + b^2 + c^2 - \frac{a^2b^2c^2}{g^2v^2} - g^2; \tag{6}$$

g désignant le paramètre d'un hyperboloïde homofocal avec l'ellipsoïde donné (**).

3. *Transformation de l'équation* (3). — Soient, comme dans le *Mémoire*, α, β, γ les cosinus directifs d'une droite OA, perpendiculaire au plan OMN. En posant

$$k = +\sqrt{u^2 - v^2}, \tag{7}$$

on trouve

$$\frac{\alpha}{ny - mz} = \frac{\beta}{lz - nx} = \frac{\gamma}{mx - ly} = \frac{1}{k}; \tag{8}$$

puis, au lieu de l'équation (3),

$$\frac{\sum \alpha dx}{\sum \alpha dl} = \frac{udu}{dv}. \tag{9}$$

4. Dans le cas de l'ellipsoïde, on trouve :

$$\sum \alpha dx = \frac{xyz}{a^2b^2c^2k} \sum a^2(b^2 - c^2)\,\frac{uv^3du - b^2c^2dv}{k^2v^2 + (b^2 - v^2)(c^2 - v^2)}, \tag{10}$$

$$\sum \alpha dl = \frac{vxyz}{a^2b^2c^2k} \sum (b^2 - c^2)\,\frac{uv^3du - b^2c^2dv}{k^2v^2 + (b^2 - v^2)(c^2 - v^2)}; \tag{11}$$

donc, si l'on désigne par φ le premier membre de l'équation (9), on a, au lieu de cette équation,

$$v\varphi = \frac{\sum a^2(b^2 - c^2)(uv^3du - b^2c^2dv)[k^2v^2 + (c^2 - v^2)(a^2 - v^2)][k^2v^2 + (a^2 = v^2)(b^2 - v^2)]}{\sum (b^2 - c^2)(uv^3du - b^2c^2dv)[k^2v^2 + (c^2 - v^2)(a^2 - v^2)][k^2v^2 + (a^2 - v^2)(b^2 - v^2)]}. \tag{12}$$

(*) *Mélanges mathématiques*, p. 244.
(**) *Mélanges*, p. 262.

Soient, pour abréger :

$$\left.\begin{aligned}&V=(v^2-a^2)(v^2-b^2)(v^2-c^2), V_1=(v^2-a^2)(v^2-b^2)\\&\qquad+(v^2-b^2)(v^2-c^2)+(v^2-c^2)(v^2-a^2),\\&M=[V_1-(v^2-b^2)(v^2-c^2)]k^2v^2+V(v^2-a^2),\\&P=\sum a^2(b^2-c^2)M, Q=P'=\sum(b^2-c^2)M, Q'=\sum b^2c^2(b^2-c^2)M;\end{aligned}\right\}(13)$$

alors la formule (12) peut être écrite ainsi :

$$v\varphi=\frac{Puv^3du-a^2b^2c^2Qdv}{P'uv^3du-Q'dv}. \tag{14}$$

D'ailleurs, si l'on fait abstraction du facteur $(a^2-b^2)(b^2-c^2)(c^2-a^2)$, on trouve :

$$P=k^2v^4+V, Q=P'=k^2v^2, Q'=-[k^4v^2+(2v^2-a^2-b^2-c^2)k^2v^2+V]v^2; \tag{13}$$

et la formule (14) devient, toutes réductions faites,

$$\varphi=\frac{u^2}{v}\,\frac{(k^2v^4+V)uvdu-a^2b^2c^2k^2dv}{k^2u^3v^3du+(Uv^2-a^2b^2c^2k^2)dv}; \tag{15}$$

et l'équation (9) :

$$\frac{(k^2v^4+V)uvdu-a^2b^2c^2k^2dv}{k^2u^3v^3du+(Uv^2-a^2b^2c^2k^2)dv}=\frac{vdu}{udv}. \tag{16}$$

5. Si on la met sous la forme

$$Fdu^2+Gdudv+Hdv^2=0,$$

on a

$$F=k^2u^3v^4,\ G=(Uv^2-a^2b^2c^2k^2)v-(k^2v^4+V)u^2v,\ H=a^2b^2c^2k^2u.$$

II.

Lignes de courbure de deux surfaces conjuguées.

6. L'équation des lignes de courbure d'une surface s étant, comme précédemment,

$$\frac{\sum \alpha dx}{\sum \alpha dl}=\frac{udu}{dv}, \tag{9}$$

celle des lignes de courbure de la surface S, conjuguée de s, sera

$$\frac{\sum \alpha dX}{\sum \alpha dL}=\frac{udu}{dv}. \tag{17}$$

Or (*)

$$X=\frac{vx-lu^2}{k},\ L=\frac{x-lv}{k}.$$

(*) *Mémoire sur une transformation. . . .*, pp. 5 et 6.

Il résulte, de ces valeurs :

$$\left.\begin{aligned} k\sum \alpha d\mathrm{X} &= v\sum \alpha dx - u^2\sum \alpha dl, \\ k\sum \alpha d\mathrm{L} &= \sum \alpha dx - v\sum \Sigma\alpha dl. \end{aligned}\right\} \quad (18)$$

Désignons par Φ le premier membre de l'équation (17). D'après les deux dernières formules,

$$\Phi = \frac{v\varphi - u^2}{\varphi - v}. \quad (19)$$

ou

$$\Phi\varphi - (\Phi + \varphi)\, v + u^2 = 0. \quad (20)$$

7. L'équation (17) des lignes de courbure de S, peut, d'après la valeur (19), être remplacée par

$$\varphi = u\,\frac{vdu - udv}{udu - vdv}. \quad (1)$$

On a donc ce théorème :

La même fonction φ, *égale à* $\mathrm{u}\dfrac{\mathrm{du}}{\mathrm{dv}}$, *pour les lignes de courbure de* s, *devient égale à* $\mathrm{u}\,\dfrac{\mathrm{vdu - udv}}{\mathrm{udu - vdv}}$, *pour les lignes de courbure de* S :

ou, ce qui est équivalent :

La même fonction φ, *égale à* $\mathrm{u}\,\dfrac{\mathrm{du}}{\mathrm{dv}}$, *pour les lignes de courbure de* s, *devient égale à* $\mathrm{u}\dfrac{\mathrm{vdu - udv}}{\mathrm{udu - vdv}}$ *pour les transformées, sur* s, *des lignes de courbure de* S.

En effet, un point M de S, et son conjugué m, ont mêmes coordonnées u, v (*).

8. *Remarque.* L'équation (20), étant symétrique par rapport aux fonctions φ, Φ, *les lignes de courbure de* s *sont représentées, indifféremment, par*

$$\varphi = \frac{\mathrm{udu}}{\mathrm{dv}},\quad \Phi = \mathrm{u}\,\frac{\mathrm{vdu - udv}}{\mathrm{udu - vdv}}$$

et les lignes de courbure de S, *par*

$$\Phi = \frac{\mathrm{udu}}{\mathrm{dv}},\quad \varphi = \mathrm{u}\,\frac{\mathrm{vdu - udv}}{\mathrm{udu - vdv}}.$$

III

Lignes de courbure de la surface des ondes.

9. Dans le cas de l'ellipsoïde, nous avons trouvé

$$\varphi = \frac{u^2}{v}\,\frac{(k^2v^4 + \mathrm{V})\, uvdu - a^2b^2c^2k^2\, dv}{k^2u^3v^3du + (\mathrm{U}v^2 - a^2b^2c^2k^2)dv}; \quad (15)$$

(*) Dans ces derniers temps, j'ai cherché l'interprétation *géométrique* de l'équation (20); mais je n'ai trouvé aucun résultat simple. J'espère revenir sur cette question intéressante.

donc les lignes de courbure de la surface des ondes sont représentées par l'équation

$$\frac{u}{v}\,\frac{(k^2v^4 + \mathrm{V})\,uvdu - a^2b^2c^2k^2dv}{k^2u^3v^3du + (\mathrm{U}v^2 - a^2b^2c^2k^2)dv} = \frac{vdu - udv}{udu - vdv},$$

que l'on peut réduire à

$$\mathrm{V}u^3vdu^2 - [(\mathrm{U}v^2 + \mathrm{V}u^2)v^2 + k^4\,(a^2b^2c^2 - u^2v^4)]\,dudv + \mathrm{U}uv^3dv^2 = 0. \tag{22}$$

Celle-ci, dont la forme est symétrique, paraît néanmoins difficile à intégrer, même quand l'ellipsoïde s se réduit à un *cylindre* ou à une *ellipse* (*). Si quelque Géomètre parvient à résoudre le problème que je m'étais proposé, ce sera peut-être en appliquant ce remarquable théorème, dû à M. Paul Mansion : *Toute équation du premier ordre est réductible à l'équation de Clairaut* (**). Je passe sous silence les nombreuses tentatives auxquelles je me suis livré.

IV

Transformées, sur la surface des ondes, des lignes de courbure de l'ellipsoïde.

10. Problème. *On mène, dans la surface des ondes, O, un demi-diamètre* s, *parallèle à une normale* mn *à l'ellipsoïde. Quelles sont les valeurs de* s ?

Les coordonnées du point G sont

$$ls = \frac{vx}{a^2}\,s,\quad ms = \frac{vy}{b^2}\,s,\quad ns = \frac{vz}{c^2}\,s;$$

donc, à cause de la condition connue

$$\sum \frac{a^2\mathrm{X}^2}{s^2 - a^2} = 0,$$

la quantité s^2 est racine de l'équation

$$\sum \frac{x^2}{a^2\,(s^2 - a^2)} = 0,$$

Fig. 3.

que l'on peut remplacer par

$$\sum \frac{x^2}{a^2} + \sum \frac{x^2}{s^2 - a^2} = 0;$$

ou encore, par

$$1 + \sum \frac{x^2}{s^2 - a^2} = 0. \tag{23}$$

(*) Dans ce second cas particulier, la surface S, représentée par

$$(a^2x^2 + b^2y^2)\,(x^2 + y^2 + z^2) - a^2b^2\,(x^2 + y^2) = 0,$$

est une *cyclotomique à directrice elliptique*. (*Mélanges*, p. 170.)

(**) J'en ai conclu que *tout système de courbes, représenté par* $f\,(x, y, c) = 0$, *peut être transformé en un système de lignes droites* (*Bulletin de l'Académie de Belgique*, février 1877).

Le point m est situé sur l'hyperboloïde G, représenté par

$$\sum \frac{x^2}{a^2 - g^2} = 1;$$

donc l'équation (23) est vérifiée par $s^2 = g^2$; et conséquemment, par $s^2 = h^2$, h étant le paramètre du second hyperboloïde H, homofocal à l'ellipsoïde E, et passant au point m. On a donc ce théorème :

Soient m *un point de l'ellipsoïde* E, *et* g, h *les paramètres des hyperboloïdes* G, H *qui se coupent en* m, *et constituent, avec* E, *un système triplement orthogonal. Si, par le centre* O, *on mène une parallèle à la normale, en* m, *à* E, *et que l'on prenne, sur cette normale,* OG = g, OH = h; *les points* G, H *appartiennent à la surface des ondes, conjuguée de* E.

11. COROLLAIRE. — *Si le point* m *décrit une ligne de courbure, représentée par* g = const, *l'un des deux points correspondant à* m *décrit, sur la surface des ondes, une conique sphérique : le rayon de la sphère est* g.

En d'autres termes :

Le cône C, *dont les génératrices, passant par le pôle, sont parallèles aux normales à l'ellipsoïde* E, *menées en tous les points d'une ligne de courbure, coupe, suivant une ligne sphérique, l'une des nappes de la surface des ondes : le rayon de la sphère est le paramètre de l'hyperboloïde sur lequel la ligne de courbure est située* (*).

12. *Remarque.* — Les paramètres g, h, et la distance v, satisfont à la relation

$$vgh = abc\text{(**)};$$

par conséquent

$$\mathrm{OH} = \frac{abc}{vg}:$$

quand le point m *décrit une ligne de courbure, le rayon vecteur* OH *varie en raison inverse de la distance du centre au plan tangent en* m; *et le point* H *décrit une conique ellipsoïdique* (***).

13. Considérons l'ellipsoïde E, l'hyperboloïde G et le cône C dont la directrice est la ligne de courbure L, intersection de E et de G. Les équations de ces surfaces sont, respectivement :

(*) Cette proposition complète, nous semble-t-il, ce théorème de M. Mannheim : « *Sur la surface de l'onde* (S_0) *dérivant de* E, *la transformée d'une ligne de courbure de cette surface est telle que les normales à* (S_0) *issues des différents points de cette ligne sont respectivement perpendiculaires à des diamètres de* (S_0) *égaux entre eux.* » (*Congrès du Havre.*)

(**) *Mélanges*, p. 262.

(***) Le second théorème est dû à Lamé. (*Mémoire sur une transformation*... p. 57.)

$$\sum \frac{x^2}{a^2} = 1, \quad \sum \frac{x^2}{a^2 - g^2} = 1, \quad \sum \left(\frac{x^2}{a^2} - \frac{x^2}{a^2 - g^2} \right) = 0.$$

Soient N_e, N_g, N_c les trois normales, au point m. En désignant par p la distance du centre au plan tangent, en m, à l'hyperboloïde, on trouve :

$$\cos(N_e, N_c) = \frac{p}{\sqrt{v^2 + p^2}},$$

$$\cos(N_g, N_c) = -\frac{v}{\sqrt{v^2 + p^2}}.$$

Fig. 4.

Prenons, pour plan de la figure, celui qui est normal, en m, à la ligne de courbure. Supposons le centre O projeté, en n et en k, sur les normales N_e, N_c : $mn = v$, $mk = p$. Si l'on achève le rectangle, on a

$$\cos imk = \frac{p}{\sqrt{p^2 + v^2}}, \qquad \cos imn = \frac{v}{\sqrt{p^2 + v^2}};$$

donc *la normale* N_c, *au cône, est perpendiculaire à* im.

14. Cette simple remarque donne lieu au théorème suivant, qui complète une preposition donnée par Lamarle (*) :

1° *Si, par le centre* O, *l'on mène des plans* P, *parallèles aux plans tangents à l'ellipsoïde, en tous les points d'une ligne de courbure* L, *le cône* C, *enveloppe des plans* P, *coupe l'ellipsoïde suivant une ligne sphérique : le rayon de la sphère est le paramètre* g *de l'hyperboloïde sur lequel la ligne* L *est située ;*

2° *La génératrice* de *contact, entre le plan* P *et le cône, est parallèle à la normale* N_g *à l'hyperboloïde* (**).

(*) « *Si du centre* o *de* (E) *on mène des plans parallèles aux plans tangents à cette surface menés des différents points d'une ligne de courbure* (m), *ces plans enveloppent un cône du* 2° *degré qui coupe* (E) *suivant une ligne sphérique.* » (Mannheim. *Congrès du Havre*).

(**) M. Mannheim a déduit son théorème du théorème de Lamarle. Du reste, les deux propositions n'en font réellement qu'une, si l'on fait attention au lemme suivant :

Soient une surface développable Σ. *et un cône* Σ_1, *ayant leurs génératrices respectivement parallèles. Soient, sur ces deux surfaces,* L, L_1 *les trajectoires orthogonales des génératrices : les tangentes* MT, M_1T_1, *en deux points correspondants, sont parallèles.*

M. A. MANNHEIM

Chef d'escadron d'artillerie, Professeur à l'École polytechnique.

SUR LA SURFACE DE L'ONDE.

— *Séance du 24 août 1878.* —

Dans une communication faite au Congrès de Nantes en 1875 je me suis occupé des normalies à un ellipsoïde (E), d'où dérivent des normalies développables pour la surface de l'onde (S_o) qui provient de cet ellipsoïde.

Je vais revenir sur le même sujet en faisant usage d'un mode nouveau de représentation de la loi de variation des plans tangents à une surface réglée.

Je ferai d'abord connaître en quelques mots ce mode de représentation.

G (fig. 5) est la génératrice d'une surface réglée (G) et o un point fixe. Le plan (o,G) que nous prendrons pour plan de la figure, touche la surface (G) au point a. Joignons le point o à un point quelconque b de G et menons ab' de façon que l'angle xab' soit égal à l'angle que le plan tangent en b à (G) fait avec le plan tangent en a, c'est-à dire avec le plan de la figure.

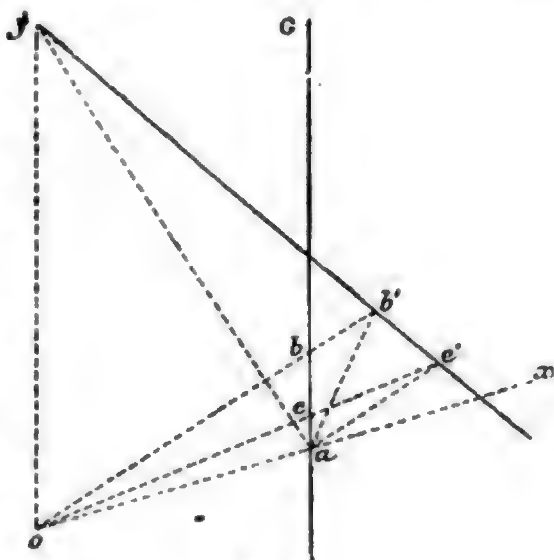


Fig. 5.

Le point b' correspond au point b et l'on a ainsi pour chacun des points de G un point correspondant.

Les droites telles que $o\,b$ et les droites telles que $a\,b'$ forment deux faisceaux homographiques en vertu de ce théor. dû à M. Chasles :

Quatre plans tangents à une surface gauche menés par une même génératrice ont leur rapport anharmonique égal à celui de leurs quatre points de contact.

Comme le rayon $o\,a$ du premier faisceau coïncide avec le rayon $a\,x$ du second faisceau, les rayons correspondants de ces faisceaux se rencontrent en des points en ligne droite.

Ainsi, les points tels que b', e', etc. sont sur une même droite. Nous la désignerons sous le nom de *droite auxiliaire*. Il résulte de sa construction que :

Les plans tangents en deux points e et b de G *font entre eux un angle qui est égal à l'angle c' a b' sous lequel on voit du point a le segment c' b' intercepté sur la droite auxiliaire par les droites oe,ob.*

Comme application de cette propriété, construisons le point central sur G. Menons la droite *o j* parallèlement à G et élevons au point *a* une perpendiculaire à *a j* (supposons que ce soit *a c'*): alors *e* est le point central sur G. Car, le plan tangent en ce point est perpendiculaire au plan tangent au point qui correspond à *j*, c'est-à-dire au point qui est à l'infini sur G.

J'arrive à la surface de l'onde (S_0). Je ferai usage des notations de ma communication de Nantes; je vais les rappeler. Le point *o* (fig. 6) est le centre de l'ellipsoïde (E), *m* un point de cette surface. Le point m_1 obtenu en portant sur la perpendiculaire $o\,m_1$ à $o\,m$, un segment $o\,m_1$ égal à $o\,m$, est le point de (S_0) qui correspond à *m*.

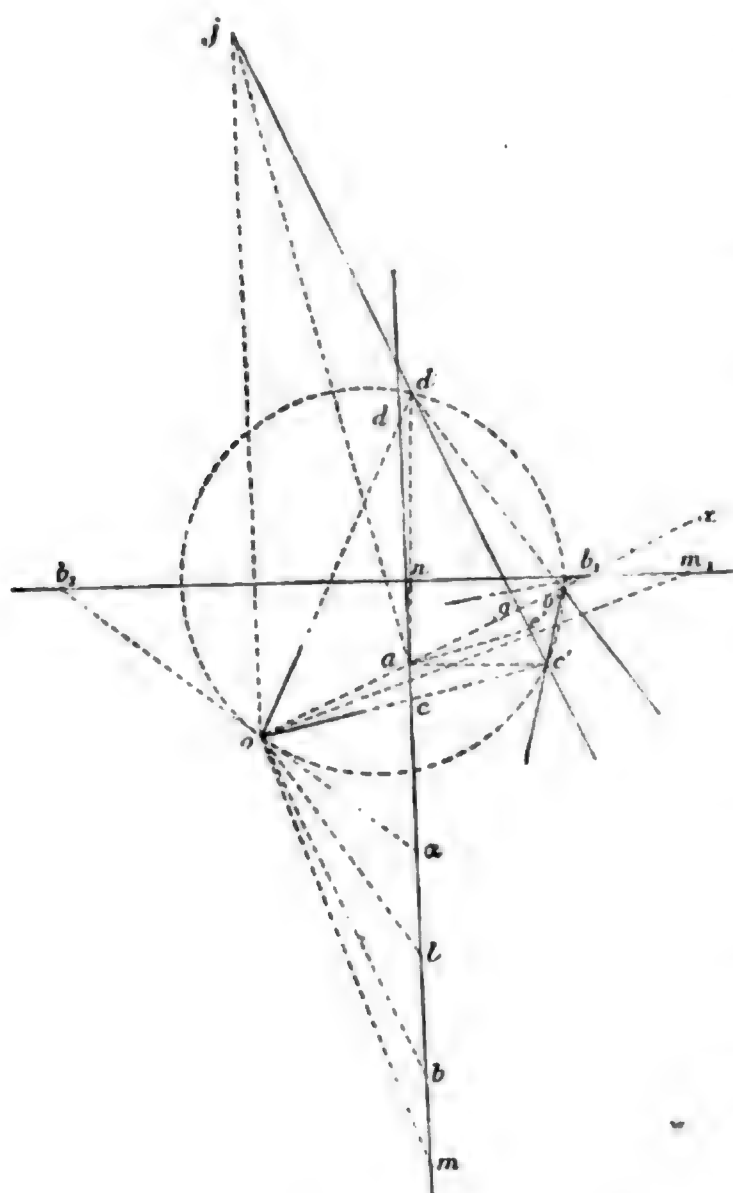


Fig. 6.

La droite *m n* étant normale à (E) la perpendiculaire $m_1\,n$ abaissée de m_1 sur *m n* est la normale à la surface de l'onde. Il résulte de là qu'en faisant tourner le plan de la figure *o m n* sur lui-même, d'un angle droit autour du point *o*, la normale *m n* vient coïncider avec la normale $m_1\,m$. On peut ainsi faire tourner les génératrices d'une normalie à (E) et l'on obtiendra les génératrices d'une normalie à (S_0). Nous allons considérer en particulier une normalie à (E) d'où dérive de cette manière pour (S_0) une normalie développable. Nous désignerons par (N) cette normalie à (E).

Construisons *la droite auxiliaire* relative à (N).

Appelons *c* et *d* les centres de courbure principaux de (E) situés sur

mn, a le point où le plan $o\ m\ n$ touche (N) et b le point où le même plan est normal à cette surface. Aux points c et d correspondent les points c' et d' tels que l'angle $c'\ a\ d'$ est droit, puisque les plans tangents en c et d sont les plans des sections principales de (E). Les angles $x\ a\ c'$, $x\ a\ d'$ que ces plans font avec le plan de la figure sont je suppose connus. La droite $c'\ d'$ est alors *la droite auxiliaire*. Mais, j'ai démontré à Nantes que pour une normalie (N) les plans tangents en a et b étant à angle droit, l'angle $b\ o\ a$ est droit aussi ; par suite la droite $c'\ d'$, qui doit être telle que $o\ a$ et $o\ b$ interceptent sur cette droite un segment vu du point a sous un angle droit, est perpendiculaire à oa.

Pour construire la droite auxiliaire correspondant à une normalie (N) nous devons alors inscrire dans l'angle $c\ o\ d$ un triangle rectangle $c'\ a\ d'$ tel que l'hypoténuse soit perpendiculaire à une droite $o\ a$ qui partage l'angle droit $c'\ a\ d'$ comme le plan $o\ m\ n$ partage le dièdre droit formé par les plans des sections principales de (E). Ceci revient à dire que les angles aigus du triangle $c'\ a\ d'$ sont connus.

Pour effectuer les constructions, prenons un triangle rectangle semblable au triangle $c'\ a\ d'$, et décrivons sur son hypoténuse un segment capable de l'angle $c\,o\,d$.

La circonférence qu'on trace pour cela rencontre la hauteur du triangle rectangle en deux points qui correspondent aux deux positions que peut occuper dans l'angle $c\,o\,d$ le triangle demandé. On arrive de cette façon à deux solutions qui donnent les droites $o\,a$, $o\,\alpha$.

Nous avons une figure analogue à celle qu'on doit ainsi tracer en circonscrivant une circonférence au triangle $c'\,o\,d'$ et en joignant les points c' et d' au point o' où $o\,a$ rencontre cette circonférence : la droite $o'\,a$ occupe, par rapport à l'angle formé par $d'\,o'$ et $c'\,o'$ la position de $o\,\alpha$ par rapport à l'angle $c\,o\,d$. Il résulte de là que l'angle $\alpha\,o\,c$ est égal à l'angle $o\,o'\,c'$ et par suite que $o\,\alpha$ est une tangente à la circonférence $o\,c'\,d'$.

Chacune des droites $o\,a$, $o\,\alpha$, auxquelles nous sommes ainsi conduit, correspond à une normalie (N). Ces normalies touchent le plan de la figure en a et en α.

En se reportant à ce que j'ai démontré à Nantes on peut ajouter que les droites $o\,a$, $a\,\alpha$ rencontrent m,n aux points b' et b_1 qui sont les centres de courbure principaux de la surface de l'onde. La construction des droites $o\,a$, $o\,\alpha$ que nous venons de donner conduit donc à la construction des centres de courbure principaux de (S_0).

La figure, que nous avons tracée pour déterminer les droites $o\,a$, $o\,\alpha$, donne immédiatement quelques propriétés de ces centres de courbure, ainsi qu'on va le voir.

L'angle $c\,o\,a$ et l'angle $d'\,c'\,o$ sont complémentaires. Mais ce dernier est

égal à l'angle $d\,o\,b_2$, nous retrouvons alors ce théor. que j'ai déjà donné à Nantes :

Dans le plan o m n, la droite qui va du point o à l'un des centres principaux de la surface de l'onde, fait, avec la droite allant du point o à l'un des centres de courbure principaux de l'ellipsoïde, un angle qui est complémentaire de l'angle que font entre elles les droites allant du point o aux autres centres de courbure principaux de la surface de l'onde et de l'ellipsoïde.

On voit tout de suite sur la figure que

$$\frac{\text{Tang.}\, c\,o\,a}{\text{Tang.}\, a\,o\,d} = \frac{g, c'}{g' d'} = \frac{\text{Tang.}\, x\,a\,c'}{\text{Tang.}\, x\,a\,d'}$$

ce qui donne ce théorème :

Dans le plan o m n la droite qui va du point o à l'un des centres de courbure principaux de la surface de l'onde fait avec les droites allant du point o aux centres de courbure principaux de l'ellipsoïde des angles dont les tangentes sont proportionnelles aux tangentes des angles que les plans des sections principales de l'ellipsoïde font avec le plan o m n.

Appelons γ l'angle $x\,a\,c'$ que le plan de la section principale de (E) qui est tangent en c à la normalie (N) fait avec le plan de la figure. On a

$$\frac{\text{Tang.}\ a\,o\,c}{\text{Tang.}\ a\,o\,d} = -\text{Tang}^2\gamma$$

comme l'ellipsoïde (E) peut être considéré comme dérivé de (S_0), on a aussi en appelant β l'angle que fait avec le plan $o\,m\,n$, le plan de la section principale de (S_0) qui est tangent en b, aux normalies de cette surface

$$\frac{\text{Tang.}\ d\,o\,a}{\text{Tang.}\ d\,o\,b_2} = -\text{Tang}^2\beta$$

En divisant terme à terme ces deux égalités il vient :

$$\frac{\text{Tang.}\, c\,o\,a \times \text{Tang.}\, d\,o\,b_2}{\text{Tang}^2\, a\,o\,d} = \frac{\text{Tang}^2\gamma}{\text{Tang}^2\beta}$$

et, comme les angles $c\,o\,a$ et $d\,o\,b_2$ sont complémentaires, on a simplement

$$\frac{\text{Tang.}\ \gamma}{\text{Tang.}\ \beta} = \frac{1}{\text{Tang.}\ a\,o\,d}$$

Relation qui permet de calculer l'angle que le plan d'une des sections principales de (S_0) fait avec le plan $o\,m\,n$.

Au moyen de la droite auxiliaire $c'\,d'$ il est facile de construire les

plans des sections principales de (S_0). C'est ce que je vais faire en terminant cette note.

Menons $o\,j$ parallèlement à $m\,n$; cette droite rencontre $c'\,d'$ au point j. Elevons $a\,e'$ perpendiculairement à $a\,j$ et menons du point b, une parallèle à la droite $a\,e'$.

Lorsque nous ferons tourner d'un angle droit le plan de la figure autour de $o\,a$ de façon que $a\,e'$ vienne dans le plan central de (N) cette parallèle menée du point b, vient dans le plan d'une des sections principales de (S_0).

Pour le voir, il suffit de se rappeler que si l'on a une normalie à (E) touchant le plan de la figure en l, par exemple, et la normalie correspondant à (S_0) les plans centraux de ces surfaces rencontrent le plan mené par $o\,l$ perpendiculairement au plan de la figure suivant des droites parallèles entre elles. (V. ma comm. de Nantes.)

Dans le cas particulier où l'on a une normalie (N), la normalie correspondante pour (S_0) est une normalie développable dont le plan central est un plan de section principale pour cette surface. C'est ce qui explique la construction précédente.

Appelons ε l'angle que le plan central de (N) fait avec le plan de la figure. De ce que nous venons de dire et de ce que le point o est à égales distances de mn et de $m_1\,n$ il résulte que:

$$\frac{\text{Tang. } \varepsilon}{\text{Tang. } \beta} = \frac{o\,a}{o\,b_1}$$

comme $o\,b_1$ est égal à $o\,b$, on peut écrire:

$$\frac{\text{Tang. } \varepsilon}{\text{Tang. } \beta} = \frac{1}{\text{Tang. } o\,a\,b}$$

d'où

$$\text{Tang. } \beta = \text{Tg} \varepsilon. \text{ Tang. } o\,a\,b$$

relation qui permet de calculer β lorqu'on connait ε.

Faisons remarquer que les résultats contenus dans cette note donnent la solution de la question suivante:

On donne un pinceau de normales; on fait tourner d'un angle droit chacun des rayons de ce pinceau autour d'un point fixe dans les plans passant respectivement par ces rayons et par ce point fixe. Après la rotation chaque rayon est venu prendre une nouvelle position et appartient à un pinceau de normales : construire les foyers et les plans focaux de ce nouveau pinceau?

M. PICQUET

Capitaine du génie, Répétiteur à l'École polytechnique.

SUR UN NOUVEAU MODE DE GÉNÉRATION DES SURFACES DE TROISIÈME ORDRE (*).

— *Séance du 24 août 1878.* —

M. GOHIERRE DE LONGCHAMPS

Professeur de mathématiques spéciales au Lycée de Poitiers.

INTÉGRATION D'UNE ÉQUATION CONSIDÉRÉE PAR LAPLACE.

— *Séance du 24 août 1878.* —

M. Édouard COLLIGNON

Ingénieur en chef des ponts et chaussées.

SUR UNE MANIÈRE DE RENDRE TAUTOCHRONES LES OSCILLATIONS D'UN POINT LE LONG D'UNE COURBE PLANE.

— *Séance du 24 août 1878.* —

Soit AOA' (fig. 7) une courbe donnée, située dans un plan vertical ZOX, tangente en O à l'horizontale OX, symétrique par rapport à la verticale OZ, et concave vers le haut dans toute l'étendue de l'arc AOA'.

Soit

(1) $$s = \varphi(z)$$

l'équation de cette courbe, entre l'arc $s =$ OM et l'ordonnée verticale correspondante $z =$ MP.

Si l'on étudie les oscillations d'un point pesant glissant sans frottement

(*) Ce mémoire a été réuni à celui que l'auteur a lu à la séance du 27 août. (Voir p. 95.)

le long de la courbe donnée, on reconnait aisément que la durée d'une oscillation simple dépend, en général, de l'écart initial; elle n'est constante que pour la cycloïde, c'est-à-dire pour la courbe représentée par l'équation particulière

$$s = \sqrt{8Rz},$$

où R désigne le rayon du cercle générateur.

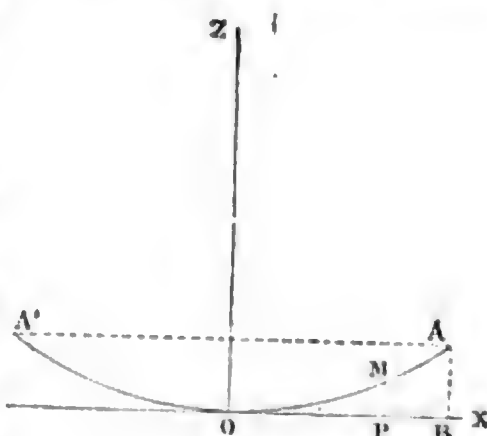


Fig. 7.

Au lieu d'un point unique supposons qu'un solide de révolution soit assujetti à se mouvoir de telle sorte, que son centre de gravité parcoure la courbe donnée, et que son axe de figure reste toujours perpendiculaire au plan ZOX. En même temps que le centre de gravité M se déplace le long de la courbe AOA', le solide tourne autour de son axe projeté en ce point M. Appelons v la vitesse linéaire du centre de gravité à un instant quelconque, et ω la vitesse angulaire, au même instant, du corps autour de son axe de figure. Admettons enfin qu'on ait abandonné le corps sans vitesse initiale quand son centre de gravité occupait une certaine position A, définie par l'ordonnée verticale $AB = z_0$.

Appliquons au mouvement du corps le théorème des forces vives entre les deux positions A et M du centre de gravité. Il viendra, en appelant M la masse totale du corps et $I = MK^2$ son moment d'inertie par rapport à son axe,

$$\frac{1}{2} Mv^2 + \frac{1}{2} I\omega^2 = Mg\,(z_0 - z),$$

ou, en divisant par M,

$$(2) \qquad \frac{1}{2}\,(v^2 + K^2\omega^2) = g\,(z_0 - z).$$

Cela posé, nous établirons entre la vitesse angulaire ω et la vitesse linéaire v la relation

$$(3) \qquad v = \omega r,$$

dans laquelle la quantité r doit être considérée comme une fonction de z, qui reste à déterminer. Substituant la valeur de ω dans l'équation (2), on a

$$(4) \qquad \frac{1}{2}\,v^2\left(1 + \frac{K^2}{r^2}\right) = g\,(z_0 - z).$$

Grâce à l'indétermination de r, on pourra s'arranger de manière que la durée des oscillations soit indépendante de la quantité z_0 qui en définit l'amplitude. Soit T la durée de l'oscillation simple, c'est-à-dire

la durée du parcours de l'arc AOA'; on aura, en remplaçant v par $\frac{ds}{dt}$, puis en résolvant par rapport à dt, et en intégrant entre les limites $z = 0$ et $z = z_0$, après avoir remplacé ds par sa valeur $\varphi'(z)dz$ déduite de l'équation (1),

$$(5) \qquad T = 2\int_{z=0}^{z=z_0} \frac{ds}{\sqrt{2g\left(\frac{z_0 - z}{1 + \frac{K^2}{r^2}}\right)}}$$

$$= 2\int_0^{z_0} \frac{\varphi'(z)dz}{\sqrt{2g\left(\frac{z_0 - z}{1 + \frac{K^2}{r^2}}\right)}}.$$

Pour que cette durée T soit indépendante de la limite z_0, il faut et il suffit que l'intégrale indiquée se réduise à la forme

$$(6) \qquad T = 2\int_0^{z_0} \frac{\sqrt{A}\, dz}{\sqrt{2g\, z(z_0 - z)}} = \pi\sqrt{\frac{2A}{g}},$$

A désignant une longueur constante. On n'a qu'à poser pour cela

$$(7) \qquad \varphi'(z)\sqrt{1 + \frac{K^2}{r^2}} = \sqrt{\frac{A}{z}},$$

équation qui définit r en fonction de z.

Nous supposerons le solide de révolution symétrique par rapport au plan de la figure. Pour le guider, tout en lui assurant à chaque instant la rotation ω qui satisfait à la relation $v = \omega r$, nous le ferons rouler sur deux courbes fixes, qui joueront le rôle de rails; elles seront symétriques par rapport au plan moyen, et leur écartement, ainsi que leur hauteur, devra être réglé en chaque point de manière à amener le solide de révolution à porter sur elles par deux circonférences ayant chacune un rayon égal à r.

La forme du solide de révolution étant arbitraire, le problème revient à construire la voie qui doit servir de guide au roulement du corps.

Soient BE (fig. 8), sur le plan vertical, et B'E', sur le plan horizontal, les projections de l'une des courbes directrices cherchées. L'arc BE doit être supposé répété symétriquement par rapport à la verticale OZ; l'arc B'E' doit être de même répété symétriquement par rapport aux droites O'X', O'Y', et enfin par rapport au point O'.

Le solide de révolution est donné, en projection horizontale, par son axe M'S' et sa méridienne S'p'H'; la figure doit être reproduite symétriquement par rapport au plan moyen O'X'. En projection verticale, le solide de révolution est représenté par le cercle MH, qui forme son équateur dans le plan moyen ZOX.

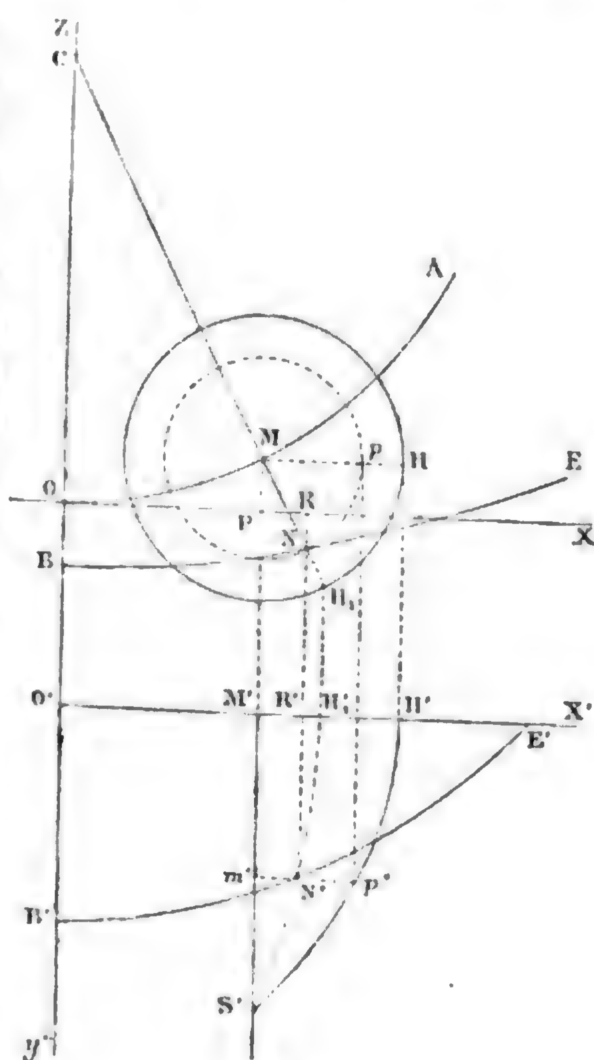


Fig. 8.

Soit M la position du centre de gravité sur la courbe OA à un instant quelconque. Si, sur la normale CM prolongée, on prend une longueur $MN = r$, le point N sera la projection verticale des points de contact du solide avec les courbes directrices. En projection horizontale, le point N' de la courbe B'E' doit être écarté du plan moyen O'X' d'une quantité R'N' telle, que le rayon $m'p'$ du parallèle qui passe en N' soit aussi égal à r.

On a, en définitive, trois courbes distinctes à considérer :

1° La *courbe donnée* OA, qui est située dans le plan vertical, et qui est définie, soit par l'équation (1), soit par une équation entre les coordonnées $x = OP$ et $z = PM$;

2° La *courbe méridienne du solide de révolution*, représentée par une équation

(8) $$\eta = \psi(r),$$

entre les coordonnées $M'm' = \eta$ et $m'p' = r$; cette courbe est donnée, ou arbitrairement choisie;

3° Enfin la *courbe directrice* (BE, B'E'), dont les points (N, N') ont pour coordonnées

$$\xi = OR = O'R', \quad \eta = M'm' = R'N', \quad \zeta = -RN.$$

La relation entre z et x est supposée connue, soit directement, soit indirectement à l'aide de l'équation (1). L'équation (7) fait connaître r en fonction de z. L'équation (8) donne η; de plus, le point N se déduisant du point M en portant sur la normale à la courbe donnée une longueur $MN = r$, on a les relations

$$(9)\quad \left\{ \begin{aligned} \xi &= x + r\,\frac{dz}{ds}, \\ \zeta &= z - r\,\frac{dx}{ds}, \end{aligned} \right.$$

et le problème se trouve analytiquement résolu.

Il est facile de reconnaître que la courbe gauche (BE, B'E') ainsi tracée, c'est-à-dire le lieu des points (ξ, η, ζ), touche au point (N, N') le solide de révolution auquel elle doit fournir un appui. Suivons dans ses positions successives le solide de révolution quand on fait décrire à son centre M la courbe OA, tout en maintenant son axe normal au plan ZOX. Dans ce mouvement, qu'on peut, pour plus de simplicité, réduire à une translation, la surface du corps enveloppe une certaine surface S, et le contact du corps avec sa surface-enveloppe a lieu dans chacune de ses positions suivant la méridienne (MNH_1, $S'N'H'_1$) qui se projette verticalement sur la normale MN au chemin décrit par le point M. Le lieu des points (N,N'), c'est-à-dire la courbe (BE, B'E'), appartient donc à la surface-enveloppe des positions successives du solide, et, par suite, la courbe touche en tous ses points la surface extérieure du solide.

Les constructions faites sur la figure 8 montrent comment le problème du tracé des rails peut s'achever graphiquement, dès qu'on connaît, au moyen de l'équation (7), les valeurs de la distance $r = MN$.

La durée de l'oscillation simple du solide roulant ou, ce qui revient au même, la durée de l'oscillation simple du point M, est égale à

$$T = \pi \sqrt{\frac{2A}{g}};$$

elle ne dépend que de la constante A, qui entre comme arbitraire dans l'équation (7). En faisant varier A, on pourra donc faire varier T entre certaines limites.

Mais la solution comporte quelques conditions restrictives. Le rayon de roulement, r, doit rester compris, par exemple, entre les valeurs extrêmes des rayons du solide; r ne peut excéder le plus grand rayon MH. Il faut aussi que l'inclinaison de la surface de roulement ne soit nulle part assez prononcée, pour que le solide de révolution, abandonné à lui-même, puisse glisser, au lieu de rouler, sous l'action de son propre poids.

APPLICATION AU CERCLE.

Supposons que la courbe OA soit un cercle de rayon $CO = a$ (fig. 8). Prenons pour solide de révolution un double cône droit à base circulaire,

dont la génératrice sera définie par l'équation

$$\eta = h\left(1 - \frac{r}{c}\right).$$

La quantité h est la hauteur de l'un des cônes simples, et c est le rayon de la base commune aux deux cônes réunis.

Soit $\theta = \text{OCM}$ l'angle d'écart à un instant quelconque. Nous aurons

$$x = a \sin \theta,$$

$$z = a(1 - \cos\theta) = 2a \sin^2 \frac{\theta}{2},$$

$$s = a\theta.$$

L'équation (1) devient $s = 2a \text{ arc } \sin \sqrt{\frac{z}{2a}}$.

La dérivée $\varphi'(z)$ de s par rapport à z est égale au rapport

$$\frac{ds}{dz} = \frac{ad\theta}{2a \sin\frac{\theta}{2} \times 2\cos\frac{\theta}{2}\frac{d\theta}{2}} = \frac{1}{\sin\theta} = \frac{a}{x}.$$

L'équation (7) donne

$$\frac{1}{\sin\theta}\sqrt{1 + \frac{K^2}{r^2}} = \sqrt{\frac{A}{z}} = \sqrt{\frac{A}{2a}} \times \frac{1}{\sin\frac{\theta}{2}},$$

et par conséquent

$$r = \frac{K}{\sqrt{\frac{2A}{a}\cos^2\frac{\theta}{2} - 1}}.$$

A étant une longueur arbitraire, posons, pour simplifier, $A = a$ (*). Il viendra

$$r = \frac{K}{\sqrt{\cos\theta}}$$

Le rayon de roulement r devra donc varier entre les limites

$r = K$, pour $\theta = 0$,

et $r = c$, pour $\theta = \theta_0$, maximum de l'angle d'écart. Cet angle est donné par l'équation

$$c = \frac{K}{\sqrt{\cos\theta_0}},$$

(*) Si l'on faisait $2A = a$, il en résulterait pour r une valeur imaginaire. On remarquera qu'à cette solution imaginaire correspondrait une durée d'oscillation égale à $\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$, qui convient aux oscillations infiniment petites du pendule simple de longueur a.

ou par celle-ci

$$\cos\theta_0 = \left(\frac{K}{c}\right)^2.$$

Le rayon de giration d'un double cône de révolution homogène par rapport à son axe de figure est donné par la même formule que s'il s'agissait d'un cône unique, c'est-à-dire par l'équation

$$K = c \times \sqrt{\frac{3}{10}}.$$

On a donc $\cos\theta_0 = 0,3$

et $\theta_0 = 72° \, 32' \, 32'',6$

La solution est contenue, en résumé, dans les quatre équations

$$r = \frac{K}{\sqrt{\cos\theta}},$$

$$\xi = (a + r) \sin\theta,$$

$$\eta = h\left(1 - \frac{r}{c}\right),$$

$$\zeta = a - (a + r) \cos\theta.$$

Pour avoir les équations de l'une des courbes directrices, il suffira d'éliminer entre ces quatre équations les paramètres variables r et θ.

SOLUTION GÉOMÉTRIQUE.

La première recherche à faire est celle du rayon de giration K. Soit SHS_1H_1 (fig. 9) le losange suivant lequel se projette le double cône sur un plan parallèle à son axe. On aura

$$c = MH,$$
$$h = MS.$$

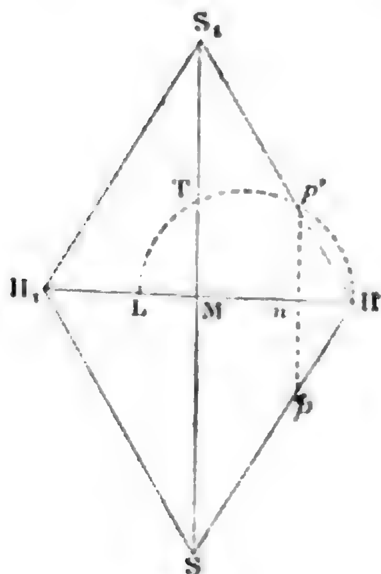


Fig. 9.

La quantité K ne dépend que du rayon c de la base. Il est facile d'en construire la valeur. Prolongeons HM d'une quantité ML égale aux $\frac{3}{10}$ de MH, et décrivons sur HL comme diamètre une demi-circonférence, qui coupe en T la droite MS_1; la longueur MT, égale à $\sqrt{MH \times ML}$, ou à $c\sqrt{\frac{3}{10}}$, sera égale au rayon de giration cherché.

Sur le rayon vertical CO du cercle donné OA (fig. 10), portons, à partir du centre, au dessous de ce point, une

quantité $CD = K$, et menons par le point D l'horizontale indéfinie DD'. Puis sur CO comme diamètre décrivons une demi-circonférence. D'un point M quelconque du cercle donné, abaissons sur CO la perpendiculaire MI; cette droite coupe en L la demi-circonférence dont le diamètre est CO. Menons la droite LC, qui coupe en G la droite DD'. Rabattons sur le rayon CM le segment CG, en le faisant tourner autour du point C; nous obtenons ainsi un point F, qui appartient à un certain lieu géométrique DΔ. Pour avoir la courbe BE que l'on cherche, il suffira d'augmenter les rayons CF d'une quantité $FN = CO$ constante; en d'autres termes la courbe cherchée, BE, est une conchoïde du lieu auxiliaire DΔ.

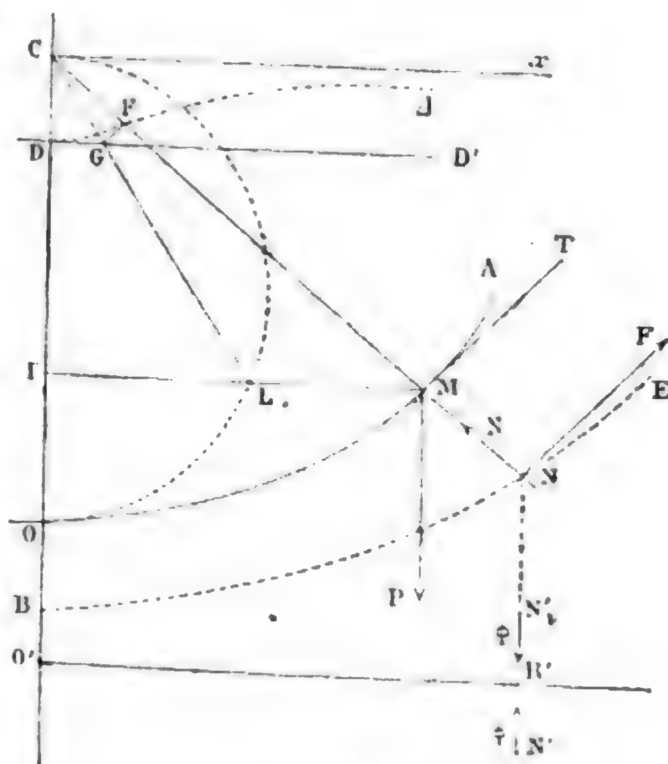


Fig. 10.

En effet, soit l'angle $OCM = \theta$, et soit $CO = a$, rayon du cercle donné. On aura

$$CI = a \cos \theta,$$

et

$$CL = \sqrt{CO \times CI} = a\sqrt{\cos\theta}.$$

D'un autre côté $CF = CG$, et la droite DD', étant une transformée par rayons vecteurs réciproques de la circonférence de diamètre CO par rapport au point C, on a

$$CG \times CL = CD \times CO = aK.$$

Donc enfin
$$CF = \frac{aK}{CL} = \frac{K}{\sqrt{\cos\theta}} = r.$$

On obtiendra donc le point N en portant $FN = a$ en prolongement de CF, ou bien en portant $MN = r = CF$ sur le prolongement du rayon CM (*).

(*) On peut remarquer que ces quantités $MN = CF = r$ sont proportionnelles à la vitesse angulaire ω qui, dans le pendule conique CM tournant autour de la verticale CO, correspond à l'écart $OCM = \theta$, le pendule étant en équilibre relatif. On a en effet $\cos\theta = \frac{g}{\omega^2 a}$; donc ω est proportionnel à $\frac{1}{\sqrt{\cos\theta}}$.

Connaissant r par cette construction, on tracera les projections horizontales des courbes directrices en prenant sur la perpendiculaire NR', de part et d'autre de l'axe O'X', deux quantités R'N', RN, égales à l'ordonné np de la génératrice du double cône (*fig.* 9) qui correspond à l'abscisse Mn, égale au rayon r pris sur la figure 10.

FORCES DÉVELOPPÉES DANS LE MOUVEMENT DU SOLIDE.

Les forces qui produisent le mouvement du double cône sont, d'une part le poids $P = Mg$ du corps, d'autre part les réactions des deux rails. Ces réactions sont appliquées, l'une au point (N, N'), l'autre au point (N,N'$_1$). Elles sont symétriques l'une de l'autre par rapport au plan vertical. Elles ne sont pas normales aux cônes, car il existe en chaque point de contact une composante tangentielle, ou frottement, qui empêche le solide de glisser et qui produit le roulement. Prenons pour axes de projections entraînés par le corps la normale MN au lieu décrit par le point M, la tangente MT au même lieu, et une perpendiculaire élevée en M sur le plan de ces deux droites. Menons des parallèles à ces trois axes par les points (N, N') (N, N'$_1$), et décomposons la réaction totale de chaque point suivant les arêtes du trièdre ainsi formé. Nous aurons en ces deux points, suivant l'axe parallèle à MN, deux forces égales et de même sens, dont nous représenterons l'une par la lettre N; suivant l'axe parallèle à MT, deux forces F, égales et de même sens; enfin suivant le troisième axe N'N'$_1$, perpendiculaire au plan vertical, deux forces Φ égales, mais de sens contraires, qui se détruiront. Cela posé, nous pouvons écrire les équations suivantes, qui définissent le mouvement du centre de gravité et le mouvement du solide autour de l'axe projeté en M :

$$M \frac{dv}{dt} = Mg \sin \theta - 2F,$$

$$M \frac{v^2}{a} = 2N - Mg \cos \theta,$$

$$MK^2 \frac{d\omega}{dt} = 2Fr.$$

L'équation des forces vives appliquée à un parcours quelconque fait connaître les valeurs de t en fonction de s, et permet de déterminer par conséquent les valeurs des accélérations $\frac{dv}{dt}$ et $\frac{d\omega}{dt}$, et de la vitesse v pour toute position du corps. La première équation, ou la troisième, donne la force F ; la seconde fait connaître la force N. Les forces Φ, se détruisant, ne peuvent être déterminées par cette méthode. Elles n'influent pas, en effet, sur le mouvement du corps, et dépendent seu-

lement des déformations développées au contact du double cône avec la voie qui lui sert d'appui.

A ces forces principales, il y aurait lieu de joindre quelques autres forces secondaires, telles que la résistance au roulement et la résistance de l'air; ces nouvelles forces compliqueraient beaucoup la question, et, sans essayer d'en tenir compte, il y a lieu de tâcher de les éliminer le mieux possible. On y parviendra en employant un cône d'une grande densité, roulant sur une voie d'une grande raideur. Il semble au premier abord qu'on puisse réduire autant qu'on le veut la résistance de l'air, en prenant des doubles cônes de plus en plus aplatis dans le sens de la hauteur. La surface vue latéralement d'un tel solide a pour mesure le produit $2ch$, tandis que son poids est proportionnel au volume $\frac{2}{3}\pi c^2 h$. Laissant ch constant, on réduira l'influence de la résistance en augmentant $c^2 h$, ce qui revient à augmenter c et à réduire h. On retrouve par cette considération la forme lenticulaire consacrée pour les balanciers des horloges. Mais cette forme aurait ici un grand inconvénient; le double cône très-aplati s'engagerait comme un coin entre les deux rails, et le roulement serait paralysé. Il convient, au contraire, de s'éloigner peu pour le double cône de la forme du cylindre, pour éviter les chances de coinçage, et le choix d'une matière de grande densité reste le seul moyen pratique de réduire la résistance de l'air à la plus faible limite possible.

APPLICATION AU PENDULE COMPOSÉ

La même théorie et le même artifice s'appliquent au pendule composé.

Soit O (fig. 11) l'axe de suspension horizontal d'un solide pesant, G son centre de gravité, M un axe projeté sur le plan de la figure en un point de la droite OG, et lié invariablement au corps. Un solide de révolution, symétrique par rapport au même plan, est assujetti à tourner autour de cet axe, en roulant sur le double rail projeté suivant la courbe BN.

Soit M la masse du corps pesant;

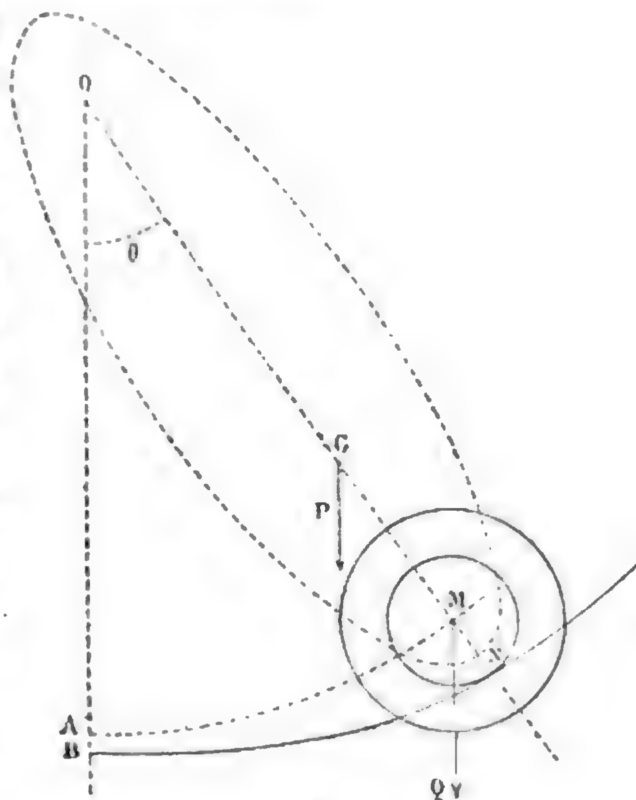


Fig. 11.

$P = Mg$ son poids, appliqué au point G;

MK^2 son moment d'inertie par rapport à une parallèle à l'axe O, menée par le centre de gravité G;

$a = OG$ la distance du centre de gravité à l'axe de suspension;

$l = OM$ la distance des deux axes parallèles O et M;

m la masse du solide de révolution;

$Q = mg$ son poids;

mK'^2 son moment d'inertie par rapport à l'axe projeté en M;

v la vitesse linéaire du point M;

ω la vitesse angulaire du solide de révolution autour de l'axe M;

r la distance MN de l'axe instantané de roulement, N, à l'axe de figure, M; on a entre ces trois quantités la relation $v = \omega r$;

θ l'angle d'écart à un instant quelconque;

θ_0 l'angle d'écart initial, correspondant à une vitesse nulle;

t le temps.

A un instant quelconque, la force vive totale du système comprendra les termes suivants :

Force vive du pendule composé, $M(K^2 + a^2)\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2$;

Force vive du solide de révolution :

1° Force vive de la masse entière concentrée au centre de gravité M, $mv^2 = ml^2\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2$;

2° Force vive due au mouvement de rotation du solide autour de l'axe projeté en M, $mK'^2\omega^2$, ou $mK'^2\frac{l^2}{r^2}\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2$, puisque $v = r\omega$.

Egalant la demi-somme des forces vives au travail des poids P et Q, il vient pour l'équation du mouvement :

$$\frac{1}{2}\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2\left(M(K^2+a^2)+ml^2+mK'^2\frac{l^2}{r^2}\right) = g\,(Ma+ml)\,(\cos\theta-\cos\theta_0).$$

Posons, pour abréger, en appelant μ une masse, et h et f deux longueurs convenablement déterminées,

$$Ma + ml = \mu l,$$
$$M(K^2 + a^2) + ml^2 = \mu h^2,$$
$$mK'^2 = \mu f^2;$$

il viendra, en supprimant le facteur μ,

$$\frac{1}{2}\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2\left(h^2 + f^2\frac{l^2}{r^2}\right) = gl(\cos\theta - \cos\theta_0),$$

et la durée de l'oscillation sera donnée par l'équation

$$T = 2\int_0^{\theta_0} \sqrt{\frac{h^2 + f^2 \frac{l^2}{r^2}}{2gl(\cos\theta - \cos\theta_0)}}\, d\theta.$$

Pour que l'intégrale indiquée soit indépendante de la limite θ_0, il faut qu'on puisse ramener cette intégrale à la forme

$$T = 2\int_0^{z_0} \frac{\sqrt{A}\, dz}{\sqrt{2g\, z(z_0 - z)}}.$$

On y parvient en posant

$$z = 1 - \cos\theta,$$

$$\text{et } z_0 = 1 - \cos\theta_0;$$

d'où résulte successivement

$$dz = \sin\theta d\theta,$$

$$d\theta = \frac{dz}{\sin\theta} = \frac{dz}{\sqrt{2z - z^2}}.$$

Remplaçant dans l'intégrale indiquée, il vient

$$T = 2\int_0^{z_0} \frac{\sqrt{h^2 + f^2 \frac{l^2}{r^2}}}{\sqrt{2gl\,(z_0 - z)}} \frac{dz}{\sqrt{2z - z^2}},$$

et l'intégrale aura la forme voulue si l'on fait

$$\frac{h^2 + f^2 \frac{l^2}{r^2}}{l\,(2z - z^2)} = \frac{A}{z},$$

ou bien

$$r = \frac{lf}{\sqrt{Al(2 - z) - h^2}} = \frac{lf}{\sqrt{Al(1 + \cos\theta) - h^2}}.$$

Puisque A est une constante arbitraire, rien n'empêche de faire $Al = h^2$, et alors la solution devient

$$r = \frac{fl}{\sqrt{Al\cos\theta}} = \frac{\left(\frac{fl}{h}\right)}{\sqrt{\cos\theta}}.$$

Cette quantité $\frac{fl}{h}$ remplace le rayon de giration K' obtenu dans le

cas du solide libre. Substituant les valeurs de f et de h, il vient, en effet,

$$\frac{fl}{h} = K' \sqrt{\frac{ml^2}{M(K^2 + a^2) + ml^2}} = K' \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{M(K^2 + a^2)}{ml^2}}}.$$

quantité qui se réduit à K' quand on fait $M = 0$, c'est-à-dire quand on supprime le pendule composé.

Si l'on prend pour pendule composé une simple tige de longueur l, qui relie l'axe M du corps roulant au centre O de l'oscillation, et que cette tige pèse p unités de poids par unité de longueur, on aura

$$M = \frac{pl}{g},$$

$$K^2 = \frac{l^2}{12},$$

$$a = \frac{l}{2},$$

et enfin

$$r = \frac{K'}{\sqrt{1 + \frac{pl}{3gm}}} \times \frac{1}{\sqrt{\cos \theta}}$$

Or pl est le poids total P de la tige, mg est le poids total Q du corps roulant. Il suffira donc de réduire les rayons vecteurs r, obtenus par notre premier problême, dans le rappport de 1 à $\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{P}{3Q}}}$.

M. Ed. LUCAS

Professeur au Lycée Charlemagne.

SOLUTIONS D'ÉQUATIONS INDÉTERMINÉES BIQUADRATIQUES (*).

— *Séance du 24 août 1878.* —

(*) Ce mémoire a été inséré *in extenso* dans les *Nouvelles Annales de mathématiques*, octobre 1878

M. A. LAISANT

Docteur ès-sciences, Député de la Loire-Inférieure.

SUR LA CINÉMATIQUE DU PLAN
(EXTRAIT)

— *Séance du 24 août 1878.* —

Il y aurait de grands avantages, dans l'étude de la cinématique, à procéder comme on le fait en géométrie, c'est-à-dire à examiner d'abord les mouvements dans le plan, et seulement ensuite ceux de l'espace. C'est ce qui se fait, du reste, dans plusieurs universités étrangères.

Sans développer ici tous les arguments qu'on peut invoquer à l'appui de cet ordre d'enseignement, j'indiquerai seulement l'intérêt qu'il peut y avoir à appliquer fort souvent aux questions de cinématique le calcul des quantités géométriques. Or, tant qu'on reste dans le plan, cette application se rattache à la méthode des équipollences, c'est-à-dire que les calculs ne diffèrent pas de ceux de l'algèbre ordinaire; tandis que pour l'espace, il faut alors avoir recours à l'algèbre spéciale des quaternions.

Dans ce qui va suivre, je me propose d'indiquer rapidement un certain nombre de résultats qu'on obtient par des calculs très-simples au moyen de la méthode des équipollences appliquée à la cinématique du plan.

Mouvement d'un point. — Vitesses.

Le mouvement d'un point X dans un plan est donné par une équipollence de la forme

(1) $$\text{OX} = \text{x} = \varphi(t) \ (*)$$

La courbe des vitesses, ou l'*hodographe*, est donnée par

(2) $$\text{v} = \frac{d\text{x}}{dt} = \varphi'(t)$$

La *vitesse aréolaire* est

(3) $$u = \frac{i}{4} (\text{x}cj\text{v} - cj\text{x}.\text{v})(**)$$

La relation (2) conduit immédiatement à la méthode de Roberval pour le tracé des tangentes.

En posant $\frac{\text{x}}{\text{v}} = l + \lambda i$, les équipollences

(4) $$\text{P} = \lambda i \text{v}, \qquad \text{Q} = l\text{v}$$

représentent la *podaire* de la trajectoire, et la *podaire de sa développée*, respectivement.

Proposons-nous de trouver l'enveloppe de la droite qui joint à chaque instant

(*) Voir Bellavitis, *Exposition de la méthode des équipollences*, traduction française, p. 120. Gauthier-Villars, 1874.
(**) *Id.*, p. 45. La lettre *i* remplace ici le *ramun*, pour plus de facilité typographique.

deux points mobiles X et X_1. Si Z est le point de l'enveloppe, on a

$$(5) \qquad z = kx + (1 - k)x_1$$

$$(6) \qquad \frac{dz}{dt} = kv + (1 - k)v_1 + dk(x - x_1)$$

et k se trouve déterminé par la condition

$$(7) \qquad kv + (1 - k)v_1 \,||\, x - x_1 \text{ (*)}$$

ce qui conduit immédiatement à une construction très-simple

Accélération.

L'accélération a pour expression

$$(8) \qquad w = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = \varphi''(t)$$

En posant $v = v\varepsilon^{\varphi}$, l'accélération prend la forme

$$(9) \qquad w = \varepsilon^{\varphi}\left(\frac{dv}{dt} + \frac{v^2}{\rho}\, i\right) \text{(**)}$$

n appelant ρ le rayon de courbure.

En posant $\dfrac{w}{v} = m + \mu i$, il vient

$$(10) \qquad mv = \frac{dv}{dt}\,\varepsilon^{\varphi}, \qquad \mu v = \frac{v^2}{\rho}\,\varepsilon^{\varphi}$$

$$(11) \qquad m = \frac{\frac{dv}{dt}}{v}, \qquad \mu = \frac{v}{\rho}$$

En coordonnées polaires, on a

$$(12) \qquad x = r\varepsilon^{\theta}$$

$$(13) \qquad v = \frac{dr}{dt}\,\varepsilon^{\theta} + ir\,\frac{d\theta}{dt}\,\varepsilon^{\theta}$$

$$(14) \qquad w = \left[\frac{d^2r}{dt^2} - \left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2\right]\varepsilon^{\theta} + \frac{1}{r}\,\frac{d\left(r^2\frac{d\theta}{dt}\right)}{dt}\,i\varepsilon^{\theta}$$

Pour une accélération centrale, le centre étant à l'origine,

$$(15) \qquad w = w\varepsilon^{\theta},$$

c'est-à-dire, d'après la relation (14),

$$(16) \qquad r^2\,\frac{d\theta}{dt} = c.$$

La constante c est la double vitesse aréolaire.

Si on écrit $\dfrac{\frac{dw}{dt}}{w} = m' + \mu' i$, le rayon de courbure ρ_h de l'hodographe sera $\dfrac{w}{\mu'}$. Or, comme on le voit aisément, on a

(*) Le signe || est celui du parallélisme ou de l'égalité de direction.

(**) Nous rappellerons que $\varepsilon = e^{i}$

(17) $$\frac{\frac{dw}{dt}}{w} = \frac{\frac{dw}{dt}}{w} + i\,\frac{c}{r^2}$$

Donc

(18) $$\rho_h = \frac{wr^2}{c},$$

expression importante du rayon de courbure cherché.

Si l'hodographe est circulaire, on peut écrire

(19) $$v = a\varepsilon^{\alpha} + b\varepsilon^{\varphi}.$$

On conclut de là que w est perpendiculaire à ε^{φ}, et que v peut se mettre sous la forme

(20) $$v = a\varepsilon^{\alpha} - ib\varepsilon^{\theta}.$$

Identifiant avec l'expression (13) on trouve, par l'égalité des parties imaginaires

(21) $$r = \frac{c}{a \sin(\alpha - \theta) - b}.$$

Donc la trajectoire est une conique.

La proportionnalité des aires et des temps peut se généraliser pour un mouvement quelconque. Appelant σ l'aire décrite, XH la vitesse, XK l'accélération, on a

$$\frac{d\sigma}{dt} = \text{aire OXH}, \qquad \frac{d^2\sigma}{dt^2} = \text{aire OXK},$$

et OXK est nulle seulement pour une accélération centrale.

Accélérations des divers ordres.

Soient $w_1, w_2, w_3, \ldots$ les accélérations successives d'un point mobile; si nous posons $v = v\varepsilon^{\varphi}$, nous pourrons écrire, en décomposant l'accélération w_p suivant la tangente et la normale,

(22) $$w_p = (w_{t,p} + iw_{n,p})\,\varepsilon^{\varphi},$$

puis, en prenant la dérivée

(23) $$w_{p+1} = \left[\left(\frac{dw_{t,p}}{dt} - w_{n,p}\,\frac{v}{\rho}\right) + i\left(\frac{dw_{n,p}}{dt} + w_{t,p}\,\frac{v}{\rho}\right)\right]\varepsilon^{\varphi}.$$

Donc

(24) $w_{t,p+1} = \dfrac{dw_{t,p}}{dt} - w_{n,p}\dfrac{v}{\rho}$, (25) $w_{n,p+1} = \dfrac{dw_{n,p}}{dt} + w_{t,p}\dfrac{v}{\rho}$,

formules permettant de construire successivement les accélérations des divers ordres. Dans ces expressions, on pourra remplacer les dérivées successives de ρ par des quantités contenant les rayons de courbure des développées successives, car

$$\frac{d\rho_p}{dt} = \rho_{p+1}\,\frac{v}{\rho}$$

en appelant ρ_p le rayon de courbure de la $p^{\text{ème}}$ développée de la trajectoire.

Pour la suraccélération, il vient

(26) $$w_{t,2} = \frac{d^2v}{dt^2} - \frac{v^3}{\rho^2}, \qquad w_{n,2} = 3\,\frac{v}{\rho}\,\frac{dv}{dt} - \frac{v^3}{\rho^3}\,\rho_1;$$

et, pour l'accélération du troisième ordre

$$w_{t,3} = \frac{d^3v}{dt^3} - 6\,\frac{v^2}{\rho^2}\,\frac{dv}{dt} + 3\,\frac{v^4}{\rho^4}\,\rho_1,$$

$$w_{n,3} = 4\,\frac{v}{\rho}\frac{d^2v}{dt^2} + \frac{3}{\rho}\left(\frac{dv}{dt}\right)^2 - 6\,\frac{v^2}{\rho^3}\,\rho_1\,\frac{dv}{dt} + 3\,\frac{v^4}{}\,\rho_1^2 - \frac{v^4}{\rho^4}\,\rho_2 - \frac{v^4}{\rho^3}.$$

En décomposant l'accélération w_p suivant le rayon vecteur, et perpendiculairement à cette direction, on a

(28) $$\mathrm{w}_p = (u_p + iz_p)\,\varepsilon^{\theta},$$

(29) $$\mathrm{w}_{p+1} = \left[\left(\frac{du_p}{dt} - \omega z_p\right) + i\left(\frac{dz_p}{dt} + \omega u\right)\right]\varepsilon^{\theta},$$

c'est-à-dire

(30) $$u_{p+1} = \frac{du_p}{dt} - \omega z_p \qquad (31) \qquad z_{p+1} = \frac{dz_p}{dt} + \omega u_p\,,$$

ω désignant la vitesse angulaire.

Si nous appelons ω', ω'',... les accélérations angulaires successives, et q, q', q'',... la vitesse et les accélérations successives suivant le rayon vecteur, on a pour l'accélération :

(32) $$u_1 = q' - \omega^2 r, \qquad z_1 = 2\omega q + \omega' r;$$

pour la suraccélération :

(33) $$\begin{cases} u_2 = q'' - 3\omega^2 q - 3\omega\omega' r, \\ z_2 = 3\omega q' + 3\omega' q + \omega'' r - \omega^3 r; \end{cases}$$

et pour l'accélération du troisième ordre :

(34) $$\begin{cases} u_3 = q''' - 6\omega^2 q' - 12\omega\omega' q - (3\omega'^2 + 4\omega\omega'')r + \omega^4 r, \\ z_3 = 4\omega q'' + 6\omega' q' + 4(\omega'' - \omega^3)q + (\omega''' - 6\omega^2\omega')r. \end{cases}$$

Soient XU_0, XU_1, XU_2,... la vitesse et les accélérations successives du point X. Il sera aisé de déterminer les tangentes et les rayons de courbure des trajectoires de ces points, en partant de la relation $\mathrm{u}_n = \mathrm{x} + \mathrm{w}_n$. De plus, on trouve

(35) $$\mathrm{D}\ .\ \text{aire}\ \mathrm{XU}_n\,\mathrm{U}_p = \text{aire}\ \mathrm{XU}_{n+1}\,\mathrm{U}_p + \text{aire}\ \mathrm{XU}_n\,\mathrm{U}_{p+1}\,,$$

et, pour $p = n + 1$,

(36) $$\mathrm{D}\ .\ \text{aire}\ \mathrm{XU}_n\,\mathrm{U}_{n+1} = \text{aire}\ \mathrm{XU}_n\,\mathrm{U}_{n+2}\,.$$

Mouvement d'une figure dans un plan.

Soit $\mathrm{O_1X_1}$ la position d'une droite primitivement en OX. Si $\mathrm{OO_1} = \mathrm{A}$, et angle $(\mathrm{O_1X_1}, \mathrm{OX}) = \alpha$, on a

(37) $$\mathrm{x}_1 = \mathrm{A} + \mathrm{x}\varepsilon^{\alpha}.$$

En appliquant cette relation au point Ω, donné par

(38) $$\Omega = \frac{\mathrm{A}}{1 - \varepsilon^{\alpha}},$$

ce point Ω restera immobile; on le construit très-aisément, d'après la formule (38).

Pour un mouvement infiniment petit, Ω est le centre instantané de rotation; la formule (38) devient

$$(39) \qquad \Omega = i\,\frac{d\text{A}}{\alpha},$$

Pour un mouvement continu, M étant la position prise au temps t par le point primitivement à l'origine, et λ l'angle de rotation total, nous avons

$$(40) \qquad \Omega = \text{M} + i\,\frac{d\text{M}}{d\lambda}.$$

Ramenant la figure mobile à la position initiale, si Ω vient en Λ_0, on a

$$(41) \qquad \Lambda_0 = \frac{i\,\dfrac{d\text{M}}{d\lambda}}{\varepsilon^{\lambda}}.$$

Le roulement de la courbe (41) sur la courbe (40) représente le mouvement. Le point primitivement en X_0 viendra en X au temps t, et

$$(42) \qquad \text{X} = \text{M} + \text{X}_0\,\varepsilon^{\lambda}.$$

La courbe roulante, dans la position répondant à l'instant t', est représentée par

$$(43) \qquad \Lambda = \text{M}' + i\,\frac{d\text{M}}{d\lambda}\,\varepsilon^{\lambda'-\lambda}$$

On reconnaît sans peine que les courbes (Λ) et (Ω) sont à tout instant tangentes entre elles.

D'après (40) et (42), on trouve que la vitesse de X est

$$(44) \qquad \frac{d\text{X}}{dt} = \frac{id\lambda}{dt}\,(\text{X} - \Omega).$$

En différentiant cette relation, on a l'accélération

$$(45) \qquad \frac{d^2\text{X}}{dt^2} = -(\text{X}-\Omega)\left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2 + i\,(\text{X}-\Omega)\frac{d^2\lambda}{dt^2} - i\,\frac{d\lambda}{dt}\,\frac{d\Omega}{dt},$$

qu'on peut aussi mettre sous la forme

$$(46) \qquad \frac{d^2\text{X}}{dt^2} = \frac{d^2\text{M}}{dt^2} - \text{X}_0\left(\frac{d\lambda}{dt}\right)^2\varepsilon^{\lambda} + i\text{X}_0\,\frac{d^2\lambda}{dt^2}\,\varepsilon^{\lambda}.$$

Remplaçant $\frac{d\lambda}{dt}$ par ω, la vitesse angulaire, si nous écrivons

$$(47) \qquad \text{U} = \Omega + \frac{\omega\,\dfrac{d\Omega}{dt}}{\dfrac{d\omega}{dt} + i\omega^2}$$

l'accélération du point U sera nulle. On appelle ce point centre des accélérations.

La perpendiculaire en U à ΩU coupe la tangente et la normale aux courbes roulantes en deux points A et B, tels qu'on a respectivement

$$(48) \qquad \Omega\text{A} = \omega\,\frac{\dfrac{d\Omega}{dt}}{\dfrac{d\omega}{dt}}, \qquad (49) \qquad \Omega\text{B} = -i\,\frac{\dfrac{d\Omega}{dt}}{\omega}.$$

On verrait aussi que la perpendiculaire à MU en U coupe l'accélération de M et une perpendiculaire à cette accélération en deux points tels qu'on a respectivement

$$(50)\qquad \mathrm{MA}' = \frac{\frac{d^2\mathrm{M}}{dt^2}}{\omega^2}, \qquad (51)\qquad \mathrm{MB}' = i\,\frac{\frac{d^2\mathrm{M}}{dt^2}}{\frac{d\omega}{dt}}.$$

Ces expressions conduisent à diverses conséquences faciles à déduire, et sur lesquelles nous n'insisterons pas.

On reconnaît aussi qu'il existe un centre des accélérations U_n pour une accélération quelconque $\frac{d^{n+1}\mathrm{X}}{dt^{n+1}}$, et que

$$\frac{d^{n+1}\mathrm{X}}{dt^{n+1}} = \frac{d^{n+1}\mathrm{M}}{dt^{n+1}} + \frac{d^{n+1}}{dt^{n+1}}(\mathrm{X}^0\,\varepsilon^{\lambda}).$$

Si on choisit précisément pour le point M le centre U_n, on a

$$(52)\qquad \frac{d^{n+1}\mathrm{X}}{dt^{n+1}} = \frac{d^{n+1}}{dt^{n+1}}(\mathrm{X}^0\,\varepsilon^{\lambda}),$$

théorème d'une traduction immédiate en langage ordinaire.

Problème.

On a, sur un plan, n *points mobiles* $\mathrm{X}_1, \ldots \mathrm{X}_n$, *respectivement animés des vitesses* $\mathrm{X}_1\mathrm{V}_1, \ldots \mathrm{X}_n\mathrm{V}_n$. *Pour chacun d'eux, on construit le triangle* OAY *directement semblable à* OXV, OA *étant une droite fixe donnée. Pour un point* Z, *ayant la vitesse* ZU, *on construit de même* OAT, *directement semblable à* OZU. *Comment* Z *doit-il être déduit des points* $\mathrm{X}_1, \ldots \mathrm{X}_n$, *pour que* T *soit à chaque instant le centre de gravité des points* $\mathrm{Y}_1, \ldots \mathrm{Y}_n$?

On a
$$\mathrm{AY}_p = \mathrm{OA}\,\frac{\frac{dx_p}{dt}}{x_p}, \qquad \mathrm{AT} = \mathrm{OA}\,\frac{\frac{dz}{dt}}{z}.$$

Donc
$$n\,\frac{dz}{z} = \frac{dx_1}{x_1} + \ldots + \frac{dx_n}{x_n},$$

et, par intégration,

$$z = c\,\sqrt[n]{x_1 x_2 \ldots\ldots x_n}.$$

Cette solution est facile à interpréter.

M. Henry J.-S. SMITH

Professeur de géométrie à l'Université d'Oxford.

THÉORIE DES ÉQ......NS MODULAIRES
ET SON APPLICATION A CELLE DES DÉTERMINANTS DES FORMES QUADRATIQUES.

— *Séance du 24 août 1878.* —

M. Pierre SINDICO

Peintre à Paris.

L'ANTI-COPERNIC

— *Séance du 24 août 1878.* —

M. PIERRE SINDICO fait une communication dans laquelle il cherche à prouver que le système de Copernic, accepté par tous les astronomes, n'est pas le véritable système astronomique.

M. LIGUINE

Professeur à l'Université d'Odessa.

SUR LES AIRES DES TRAJECTOIRES DÉCRITES
DANS LE MOUVEMENT PLAN D'UNE FIGURE INVARIABLE.

— *Séance du 26 août 1878.* —

M. TCHEBICHEF

Membre de l'Académie de Saint-Pétersbourg.

SUR UNE TRANSFORMATION DES SÉRIES NUMÉRIQUES (*).

— *Séance du 26 août 1878.* —

(*) *Nouvelle Correspondance mathématique*, octobre 1878.

M. Ph. GILBERT

Professeur à l'Université de Louvain.

SUR LA RÉDUCTION DES FORCES CENTRIFUGES COMPOSÉES DANS LE MOUVEMENT RELATIF D'UN CORPS SOLIDE.

— Séance du 26 août 1878. —

La solution de plusieurs problèmes de mécanique demande que l'on détermine la résultante et le moment résultant des forces centrifuges composées qui animent un corps solide dans son mouvement relatif. Cette question, sur laquelle je ne connais qu'une note très-courte de M. Résal (*), se résout d'une manière élégante lorsqu'on adopte la figuration géométrique indiquée dans mon *Cours de Mécanique* (**), et dont M. Laisant a constaté les avantages dans sa Thèse sur les *Quaternions*.

Fig. 12.

1. Admettons d'abord que le corps solide S ait un point fixe O dans le système de comparaison $O\xi\eta\zeta$. Soient Ox, Oy, Oz trois axes rectangulaires liés au corps: $OR = \omega$ l'axe instantané de la rotation relative de S, ω étant la vitesse angulaire de cette rotation, p, q, r ses composantes suivant Ox, Oy, Oz ; $OR_1 = \omega_1$ l'axe de la rotation du système de comparaison, ayant pour composantes $p_1 q_1 r_1$ suivant les mêmes axes. Soient encore, pour un point M (x, y, z) du corps, V sa vitesse relative MV, φ sa force centrifuge composée, en sorte que les composantes de V parallèlement à Ox, Oy, Oz sont

$$V_x = qz - ry, \quad V_y = rx - pz, \quad V_z = py - qx.$$

D'après la règle mentionnée plus haut, la force centrifuge composée φ est égale, parallèle et de sens contraire à la vitesse qu'aurait le point V, dans une rotation dont l'axe représentatif MR' serait égal et parallèle à OR_1, cette vitesse étant multipliée par le double $2m$ de la masse du point. Sa projection sur Ox a donc pour expression

$$\varphi_x = 2m\,(r_1 V_y - q_1 V_z),$$

d'où, par une transformation simple applicable aux trois axes,

(*) *Annales des Mines*, 5e série, t. III, 1853, page 169.
(**) Page 64.

$$(1) \quad \begin{cases} \varphi_x = 2m\,(pp_1 + qq_1 + rr_1)\,x - 2m\,p\,(p_1\,x + q_1\,y + r_1\,z), \\ \varphi_y = 2m\,(pp_1 + qq_1 + rr_1)\,y - 2m\,q\,(p_1\,x + q_1\,y + r_1\,z), \\ \varphi_z = 2m\,(pp_1 + qq_1 + rr_1)\,z - 2m\,r\,(p_1\,x + q_1\,y + r_1\,z). \end{cases}$$

Ces formules donnent facilement la solution du problème. Déterminons d'abord la résultante Φ des forces centrifuges composées pour tous les points du corps. Soient M la masse de celui-ci, x_1, y_1, z_1, les coordonnées de son centre de gravité G, ρ la distance O G, $\overline{\omega\omega_1}$ et $\overline{\omega_1\rho}$ les angles que fait la direction O R_1 avec OR et OG. Les équations (1) jointes aux relations connues $\Phi_x = \Sigma\,\varphi_x$, etc.., donnent

$$(2) \quad \begin{cases} \Phi_x = 2M\omega_1\,(\omega\,x_1 \cos \overline{\omega\omega_1} - p\,\rho \cos \overline{\omega_1\rho}), \\ \Phi_y = 2M\omega_1\,(\omega\,y_1 \cos \overline{\omega\omega_1} - q\,\rho \cos \overline{\omega_1\rho}), \\ \Phi_z = 2M\omega_1\,(\omega\,z_1 \cos \overline{\omega\omega_1} - r\,\rho \cos \overline{\omega_1\rho}). \end{cases}$$

On déduit de là ce résultat signalé par M. Résal, que la résultante Φ se confond en grandeur et en direction avec la force centrifuge composée du centre de gravité G dans lequel toute la masse serait réunie. Mais en outre, si l'on porte à partir de O, sur les directions OG et OR respectivement, des longueurs

$$OA = 2M\omega\omega_1\rho \cos \overline{\omega\omega_1}, \quad OB = 2M\omega\omega_1\rho \cos \overline{\omega^1\rho},$$

les formules (2) montrent que OA est la résultante de Φ et de OB, et l'on a la construction suivante :

Prenons à partir du point fixe O, *sur l'axe* OR_1 *de la rotation d'entraînement, une longueur* OC *égale à* $2M\omega\omega_1\rho$; *projetons le point* C *sur* OR *en* A', *sur* OG *en* B', *et rabattons les points* A' *et* B' *sur* OG *et* OR *respectivement, en* A *et* B. *La droite* BA *figurera, en grandeur et en direction, la résultante* Φ *des forces centrifuges composées du corps.*

On déduit de là, en particulier, que si G est sur l'axe OR, ou *si l'axe de la rotation relative passe par le centre de gravité du corps, la résultante des forces centrifuges composées s'évanouit*; en dehors de ce cas, Φ ne peut être nul que si OA, OB sont nuls, c'est à dire *si l'axe de la rotation d'entraînement est normal au plan passant par l'axe* OR *et par le centre de gravité* G *du corps*, etc., etc.

Les équations (2) conduisent aussi à la relation

$$\Phi_\omega = -\,2M\omega\omega_1\rho \sin \overline{\omega\rho} \sin \overline{\omega\omega_1} \cos \eta,$$

Φ_ω désignant la projection de Φ sur l'axe OR, $\overline{\omega\rho}$ l'angle ROG, η l'angle compris entre les plans ROG, ROR_1. Si donc T représente le volume du tétraèdre qui a pour sommets les points O, G, R, R_1, on trouvera sans peine la relation simple

$$\Phi_\omega = -\,12\,MT \cot \eta.$$

2. Passons aux moments. Les équations (1) donnent évidemment, en représentant par δ_1 la projection de OM sur l'axe OR_1,

$$(3)\quad \begin{cases} y\varphi_z - z\varphi_y = 2\, m\, \omega_1\, \delta_1\, v_x\,, \\ z\varphi_x - x\varphi_z = 2\, m\, \omega_1\, \delta_1\, v_y\,, \\ x\varphi_y - y\varphi_x = 2\, m\, \omega_1\, \delta_1\, v_z\,, \end{cases}$$

ce qui renferme une relation curieuse entre le moment de la force centrifuge composée φ d'un point quelconque M par rapport à une droite et la projection de la vitesse relative de M sur cette droite.

Concevons que l'on choisisse pour Ox, Oy, Oz les axes d'inertie du corps relatifs au point O; soient A, B, C les moments d'inertie correspondants, et posons pour abréger

$$A_1 = B + C - A, \quad B_1 = C + A - B, \quad C_1 = A + B - C.$$

On tire des formules (3), pour les projections de l'axe ON du moment résultant N des forces centrifuges composées relatif au point O, sur les axes Ox, Oy, Oz,

$$(4)\quad \begin{cases} N_x = q\, C_1 r_1 - r\, B_1 q_1, \\ N_y = r\, A_1 p_1 - p\, C_1 r_1, \\ N_z = p\, B_1 q_1 - q\, A_1 p_1, \end{cases}$$

d'où ce théorème, qui donne en grandeur et en direction l'axe du moment résultant N :

Menons du point O *une droite* OH, *dont les projections sur les axes d'inertie* Ox, Oy, Oz *soient respectivement* $A_1 p_1$, $B_1 q_1$, $C_1 r_1$; *la vitesse relative du point* H, *considéré comme lié au corps, donnera en grandeur et en direction l'axe du moment* N *que nous cherchons.*

On voit par là que cet axe ON est normal à l'axe OR de la rotation relative du corps, et à la droite OH qui a pour projections $A_1 p_1$, $B_1 q_1$, $C_1 r_1$; etc...

3. Pour déterminer encore le viriel des forces centrifuges composées de S relatif au point O, je démontre d'abord ce théorème applicable à un système matériel quelconque : *Le demi viriel des forces centrifuges composées d'un système quelconque, par rapport à un point du système de comparaison, est égal à la vitesse angulaire de la rotation d'entraînement, multipliée par la projection sur l'axe de cette rotation, de l'axe d'impulsion relatif du système* (*). Appliqué à notre solide S, ce théorème donne, pour l'expression du viriel demandé,

$$2\,(A\, pp_1 + B\, qq_1 + C\, rr_1),$$

ce qui fait voir que *ce viriel ne change pas quand on permute l'une dans l'autre la rotation relative et la rotation d'entraînement.*

(*) C'est à dire de *l'axe du moment des quantités de mouvement relatives.*

Les formules (1) conduisent encore à beaucoup d'autres résultats intéressants. Je me borne à indiquer ceux-ci : 1° *L'accélération centrifuge composée d'un point quelconque* M, *projetée sur le rayon de rotation* (*) *de ce point et divisée par ce rayon, donne un rapport constant au même instant par tous les points du corps, et égal à* $2\omega\omega_1 \cos \overline{\omega\omega_1}$; 2° *Si l'on multiplie la force centrifuge composée de chaque point* M, *projetée sur son rayon de rotation, par ce rayon, la somme de ces produits étendue à tous les points du corps est égale au moment d'inertie du corps par rapport à l'axe* OR, *multiplié par la même quantité* $2\omega\omega_1 \cos \overline{\omega\omega_1}$.

4. Pour ramener le cas général où le corps est libre, au précédent, il suffit de réduire son mouvement relatif à une translation égale à la vitesse d'un point O, choisi arbitrairement dans le corps, et à une rotation OR $= \omega$ autour d'un axe instantané passant par ce point. Les composantes φ_x, φ_y, φ_z sont augmentées de termes simples, et l'on arrive aux résultats suivants :

I. *La résultante* Φ *s'obtient en composant la force centrifuge composée du point* O, *dans lequel toute la masse du corps serait réunie, avec la résultante des forces centrifuges dues à la rotation autour du point* O, *telle qu'elle a été déterminée précédemment. Si l'on choisit, pour le point* O, *le centre de gravité du corps, cette seconde composante s'annule, et la première donne la résultante cherchée* Φ.

II. *Le point* O *étant toujours placé au centre de gravité du corps, l'axe du moment résultant des forces centrifuges composées est déterminé exactement par la règle que nous avons trouvée au* N° 2 *pour le cas où le point* O *était fixe dans le système de comparaison.*

5. Comme application mécanique, j'indiquerai la recherche de l'équation des moments par rapport à l'axe de figure Oz d'un corps de révolution, fixé par un point O de cet axe au système de comparaison, recherche qui se présente dans la théorie du gyroscope de Foucault. — Rappelons : 1° que le mouvement relatif se ramène à un mouvement absolu en joignant aux forces motrices les réactions d'entraînement et les forces centrifuges composées de tous les points du système ; 2° que, dans le mouvement absolu, l'extrémité K de l'axe d'impulsion du système a une vitesse égale et parallèle à l'axe du couple moteur (**).

Si donc P, Q, R sont les projections de l'axe OK sur trois axes Ox, Oy, Oz liés au solide; X, Y, Z les projections de la force motrice appliquée en un point quelconque (x, y, z) combinée avec la réaction d'entraînement de ce point, nous avons, pour la vitesse du point K par rapport au système $Oxyz$, en projection sur Oz, $\frac{dR}{dt}$; pour la vitesse de

(*) Distance du point M à l'axe de rotation OR.
(**) Voir mon *Cours de Mécanique*, p. 243.

ce même point considéré comme lié au corps, $pQ - qP$. Donc, la projection sur Oz de la vitesse totale du point K par rapport au système de comparaison, a pour expression

$$\frac{dR}{dt} + pQ - qP,$$

et les deux principes rappelés ci-dessus fournissent immédiatement l'équation

$$\frac{dR}{dt} + pQ - qP = \Sigma (x\,Y - y\,X) + \Sigma (x\,\varphi_y - y\,\varphi_x).$$

La valeur du dernier terme est fournie par les équations (3) : on a

$$\frac{dR}{dt} + pQ - qP = \Sigma (x\,Y - y\,X) + 2\omega_1\ \Sigma\ m\delta_1\,v_z.$$

C'est, sous une forme bien plus simple, l'équation (39) du mémoire de M. Quet sur les mouvements relatifs (*). Si l'on choisit pour Ox, Oy, Oz les axes d'inertie du corps, on a $P = Ap$, $Q = Bq$, $R = Cr$, et d'après les relations (4),

$$\Sigma (x\,\varphi_y - y\,\varphi_x) = B_1\,pq_1 - A_1\,qp_1,$$

d'où

$$C\,\frac{dr}{dt} + (B - A)\,pq = \Sigma (xY - yX) + B_1\,pq_1 - A_1\,qp_1.$$

Dans le cas d'un solide de révolution, $A = B$, et il vient

$$C\left(\frac{dr}{dt} + qp_1 - pq_1\right) = \Sigma (xY - yX),$$

ce qui est, sous une forme peu différente, la dernière des équations (43) du mémoire de M. Quet.

M. FOURET

Ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique.

PROPRIÉTÉS NOUVELLES DES POLYGONES SEMI-RÉGULIERS

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— Séance du 26 août 1878 —

M. FOURET fait le résumé de son mémoire sur les propriétés nouvelles des *polygones semi-réguliers*, rappelle les travaux de MM. Chasles, Breton de Champ, Transon et Pigeon. Ces recherches ont pour point de départ les beaux théorèmes du géomètre anglais Stewart, consignés dans l'*Aperçu historique*. L'auteur étend les propriétés d'un polygone à plusieurs polygones, et énonce, en parti-

(*) *Journal de M. Liouville*, t. XVII, 1853.

culier, le théorème suivant : étant donnés, dans l'espace, deux polygones réguliers de m côtés dont les sommets se correspondent chacun à chacun, consécutivement, la somme des puissances d'exposant $2n$, plus petit que m, des distances des sommets correspondants des deux polygones ne change pas, lorsque l'on fait tourner les deux polygones, d'un même angle, dans leurs plans respectifs.

M. HALPHEN

Capitaine d'artillerie, Répétiteur à l'École polytechnique.

SUR LE NOMBRE DES CONIQUES SATISFAISANT A CINQ CONDITIONS INDÉPENDANTES ENTRE ELLES.

— Séance du 26 août 1878. —

M. Halphen, capitaine d'artillerie, répétiteur à l'École polytechnique, fait une communication sur le nombre des coniques qui satisfont à cinq conditions indépendantes entre elles. Il définit la *somme* de plusieurs autres conditions, l'*équivalence* de deux conditions, la *condition élémentaire*, et démontre la proposition suivante : une condition quelconque est équivalente à la somme de plusieurs conditions élémentaires. Il parvient ainsi à la résolution complète d'un problème fondamental de la théorie des caractéristiques.

M. PAYEN

L'ARITHMOMÈTRE THOMAS, DE COLMAR.

— Séance du 27 août 1878. —

M. Payen explique sur un mécanisme spécial, et fait ensuite fonctionner devant les membres de la section, la merveilleuse machine arithmométrique due au génie, à la persévérance et au désintéressement de Thomas, de Colmar. On sait que l'arithmomètre Thomas permet de faire une multiplication de deux nombres de dix chiffres, en moins d'une minute, avec la plus grande exactitude, ainsi que l'opération inverse de la division d'un nombre de vingt chiffres par un nombre de dix chiffres.

Cette machine dispense de consulter les tables de multiplication prolongées

sur le modèle de la table de Pythagore. La plus étendue de ces tables, publiée par Crelle, l'illustre géomètre allemand, donne les produits des mille premiers nombres l'un par l'autre, et contient mille pages in 4°. Il faudrait une bibliothèque immense pour réunir en volumes tous les produits des nombres de dix chiffres au plus, l'un par l'autre, et notre bibliothèque nationale pourrait à peine loger la millionième partie de tous les volumes contenant simplement les produits. Nous ajouterons d'ailleurs que la consultation de cette table serait infiniment plus longue que celle de l'opération directe par l'arithmomètre, avec la vérification par l'inverse de l'ordre des facteurs.

M. Collignon, président de la section, fait observer que l'on peut transformer la table de Pythagore, à double entrée, par une table à simple entrée, contenant les carrés de tous les nombres, et que la multiplication de deux nombres quelconques a et b revient à la différence de deux carrés, par la formule

$$ab = \left(\frac{a+b}{2}\right)^2 - \left(\frac{a-b}{2}\right)^2$$

M. Édouard LUCAS

Professeur au Lycée Charlemagne.

SUR L'EMPLOI DE L'ARITHMOMÈTRE THOMAS DANS L'ARITHMÉTIQUE SUPÉRIEURE.

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. Edouard Lucas fait ressortir l'importance de l'arithmomètre Thomas dans les recherches d'arithmétique supérieure; il fait observer que l'admirable invention des logarithmes est souvent illusoire dans son application à la théorie des nombres. En effet, l'emploi des logarithmes ne donne le produit ou le quotient de deux nombres qu'avec une certaine approximation, tandis que dans les recherches arithmétiques, il est plus souvent nécessaire d'obtenir le produit exact de deux nombres, ou le reste de la division de deux nombres l'un par l'autre, alors que la connaissance, même approchée, du quotient est inutile. L'usage de cet instrument serait donc d'une grande importance dans ce que l'on appelle la théorie des *congruences* ou des *nombres congrus* (*).

M. Lucas indique une amélioration à ajouter à l'arithmomètre pour cet usage spécial, et en conseille l'emploi :

(*) Dans son mémoire sur le dernier théorème de Fermat, Legendre signalait cette appellation comme *incongrue*. Mais, depuis, ce mot est resté, ainsi que sa représentation par un symbole spécial, très-avantageux.

1° Pour la vérification des grands nombres premiers;

2° Pour la décomposition des grands nombres en facteurs premiers;

3° Pour l'évaluation de la totalité des nombres premiers inférieurs à une limite donnée, au moyen d'une formule de Legendre, transformée par M. de Mondésir (voir le compte rendu du congrès du Havre).

M. PICQUET

Capitaine du génie, Répétiteur à l'École polytechnique.

MÉMOIRE SUR LES COURBES ET SURFACES ANALLAGMATIQUES. CONSÉQUENCES RELATIVES A QUELQUES COURBES ET SURFACES DU QUATRIÈME DEGRÉ.

— Séance du 27 août 1878. —

I. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES COURBES ET SURFACES ALGÉBRIQUES ANALLAGMATIQUES.

On connait les formules suivantes, énoncées par M. Moutard (*), qui existent, lors de la transformation par rayons vecteurs réciproques d'une courbe ou d'une surface algébrique, entre le degré p de multiplicité du pôle de transformation, le degré q de multiplicité des points cycliques ou du cercle de l'infini, le degré m de la proposée, et les nombres analogues p', q', m' relatifs à la transformée

$$\begin{aligned} m' &= 2m - p - 2q \\ p' &= m - 2q \\ q' &= m - p - q \end{aligned} \qquad (1)$$

L'on sait aussi (**) que si l'on a

$$m - p = 2q \qquad (2)$$

la transformation n'altère aucun des trois nombres m, p, q; et que par suite la proposée peut être anallagmatique.

Réciproquement, si la proposée est anallagmatique, la différence $m-p$ est nécessairement paire et égale à $2q$. Toute droite issue du pôle doit, en effet, couper la proposée en un certain nombre de couples de points, différents du pôle, qui se correspondent dans chaque couple, et dont le nombre ajouté au degré de multiplicité du pôle, doit reproduire le degré

(*) *Bulletin de la Société philomathique*, 1864, page 63.
(**) *Ibid.* Page 66.

de l'équation. On aura donc, en désignant par k le nombre des couples

$$m - p = 2k \qquad (3)$$

Pour faire voir que k est précisément égal au degré de multiplicité des points cycliques, s'il s'agit d'une courbe, ou du cercle de l'infini, s'il s'agit d'une surface, rappelons que le type général des équations de degré pair,

$$F(\rho) = o$$

réciproques suivant le module R, c'est-à-dire telles que toute racine ρ entraîne la racine $\frac{R^2}{\rho}$ est, en posant $\mu = 2\nu$

$$a_0\rho^\mu + a_1\rho^{\mu-1} + \ldots + a_{\nu-1}\rho^{\nu+1} + a_\nu\rho^\nu + a_{\nu-1}R^2\rho^{\nu-1} + a_{\nu-2}R^4\rho^{\nu-2}$$
$$+ \ldots + a_1 R^{\mu-1}\rho + a_0 R^\mu = o \qquad (4)$$

où l'on a

$$a_{\mu-\lambda} = a_\lambda R^{\mu-2\lambda} \ (*) \qquad (5)$$

c'est-à-dire où les coefficients équidistants des extrêmes sont égaux, à une puissance près de R.

Cela posé, soient dans le plan

$$\frac{x}{\cos\alpha} = \frac{y}{\cos\beta} = \rho$$

et dans l'espace

$$\frac{x}{\cos\alpha} = \frac{y}{\cos\beta} = \frac{z}{\cos\gamma} = \rho$$

les équations d'une droite issue du pôle, supposé à l'origine des coordonnées rectangulaires.

Soit

$$\varphi_m + \varphi_{m-1} + \ldots + \varphi_p = o$$

l'équation de la proposée, décomposée en groupes séparément homogènes, et dont l'ensemble des termes de degré inférieur est de degré p, puisque p est le degré de multiplicité de l'origine. Si l'on y remplace les coordonnées par leurs valeurs, on aura pour l'équation aux distances à l'origine des points d'intersection de la proposée avec la droite considérée après avoir divisé par ρ^p.

$$\rho^{m-p}\varphi_m(\cos\alpha, \cos\beta) + \rho^{m-p-1}\varphi_{m-1}(\cos\alpha, \cos\beta) + \ldots$$
$$+ \varphi_p(\cos\alpha, \cos\beta) = o$$

(*) Il pourrait se faire également, si le terme du milieu manquait $(a_\nu = o)$ que l'équation fût réciproque d'une autre manière ; il suffirait pour cela de changer de signe dans l'équation (4), tous les termes qui suivent celui du milieu ; mais alors le premier membre serait divisible par ρ^2-R^2 et après la division, on retomberait sur une équation rentrant dans le type indiqué.

si c'est une courbe, et

$$\rho^{m-p}\varphi_m(\cos\alpha, \cos\beta, \cos\gamma) + \rho^{m-p-1}\varphi_{m-1}(\cos\alpha, \cos\beta, \cos\gamma) + \ldots + \varphi_p(\cos\alpha, \cos\beta, \cos\gamma) = 0$$

si c'est une surface. Si la proposée est anallagmatique par rapport à un cercle de rayon R, cette équation doit être réciproque suivant le module R, et de degré pair, en vertu de (3). On aura donc identiquement à cause de (5), pour des valeurs de λ comprises entre o et k

$$\varphi_{p+\lambda} \equiv R^{m-p-2\lambda}\varphi_{m-\lambda} \equiv R^{2(k-\lambda)}\varphi_{m-\lambda}$$

La fonction $\varphi_{m-\lambda}$ des variables cosinus, doit donc à un facteur près s'identifier avec la fonction $\varphi_{p+\lambda}$ qui est de degré inférieur, ce qui ne saurait être, en général, sans en diminuer le degré, mais qui peut avoir lieu ici parce qu'il existe une relation identique entre les variables. Il faudra et il suffira que l'on ait, s'il s'agit d'une courbe

$$R^{2(k-\lambda)}\varphi_{m-\lambda}(x.y) \equiv (x^2+y^2)^{k-\lambda}\varphi_{p+\lambda}(x.y)$$

et, s'il s'agit d'une surface

$$R^{2(k-\lambda)}\varphi_{m-\lambda}(x.y.z) \equiv (x^2+y^2+z^2)^{k-\lambda}\varphi_{p+\lambda}(x.y.z)$$

de telle sorte que si dans l'équation de la proposée, l'on remplace $\varphi_m, \varphi_{m-1}, \ldots, \varphi_k$ par leurs valeurs tirées de ces identités, l'on obtient en chassant R^2, et posant

$$R^{2h}\varphi_{p+h} = \psi_{p+h}$$

pour l'équation générale des courbes anallagmatiques par rapport au cercle

l'équation :
$$x^2 + y^2 = R^2$$

$$(x^2+y^2)^k\psi_p(x.y) + (x^2+y^2)^{k-1}\psi_{p+1}(x.y) + \ldots + (x^2+y^2)\psi_{p+k-1}(x.y)$$
$$+\psi_{p+k}(x.y) + R^2\psi_{p+k-1}(x.y) + \ldots + R^{2(k-1)}\psi_{p+1}(x.y) + R^{2k}\psi_p(x.y) = 0$$

dans laquelle $\psi_h(x.y)$ désigne une fonction homogène de degré h en x et y; ou, en mettant en évidence le degré m de la courbe,

$$(x^2+y^2)^k\psi_{m-2k}(x.y) + \ldots + (x^2+y^2)\psi_{m-k-1}(x.y) + \psi_{m-k}(x.y)$$
$$+ R^2\psi_{m-k-1}(x.y) + \ldots + R^{2(k-1)}\psi_{m-2k+1}(x.y) + R^{2k}\psi_{m-2k}(x.y) = 0$$

c'est-à-dire en réunissant les termes équidistants des extrêmes

$$\sum_{\lambda=0}^{\lambda=k}\left[(x^2+y^2)^{k-\lambda} + R^{2(k-\lambda)}\right]\psi_{m-2k+\lambda}(x.y) = 0 \qquad (6)$$

On obtiendrait de même pour l'équation générale des surfaces de degré *m* anallagmatiques par rapport à la sphère

$$x^2 + y^2 + z^2 = R^2$$

l'équation :

$$\sum_{\lambda=}^{\lambda=k}\left[(x^2+y^2+z^2)^{k-\lambda} + R^{2(k-\lambda)}\right]\psi_{m-2k+\lambda}(x.y.z) = 0 \qquad (7)$$

L'on voit bien par là que k représente le degré de multiplicité des points cycliques ou du cercle de l'infini, et l'on a ce théorème :

Dans toute courbe ou surface algébrique anallagmatique, le degré de multiplicité des points cycliques ou du cercle de l'infini est égal au nombre des couples de points correspondants situés sur toute droite issue du pôle.

Il ne subit même pas d'exception si, p étant égal à m, k devient nul, auquel cas la courbe se compose d'un faisceau de droites et la surface d'un cône ayant le pôle pour sommet. Car, sauf pour les droites dont se compose le lieu et pour lesquelles le nombre des couples est indéterminé, sur toute droite issue de l'origine ce nombre est égal à zéro.

L'on voit à l'inspection de ces équations quelles sont les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'une courbe ou une surface algébrique soit anallagmatique et on peut énoncer le théorème suivant :

Pour qu'une courbe ou une surface algébrique de degré m *soit anallagmatique, il faut qu'elle passe par les points cycliques ou par le cercle de l'infini. Il faut en outre, en désignant par* k *le degré de multiplicité de ces points ou de ce cercle, qu'elle ait un point multiple d'ordre* m — 2k, *dont les polaires successives par rapport à la courbe soient telles que deux polaires complémentaires quelconques (l'une d'ordre* h, *l'autre d'ordre* m — h) *aient, à l'exception des points cycliques ou des points situés sur le cercle de l'infini par lesquels passe celle qui est du degré le plus élevé, les mêmes points à l'infini.*

Ces conditions résultent, la première de la façon dont le facteur $x^2 + y^2$, ou $x^2 + y^2 + z^2$ entre dans l'équation ; la seconde de l'égalité des fonctions ψ équidistantes des extrêmes. Elles ne sont pas suffisantes; il faut en outre qu'à partir du terme du milieu les coefficients de ces fonctions croissent en progression géométrique. Cette dernière condition parait échapper à une interprétation géométrique ; mais à ce point de vue, l'on peut ajouter que, lorsqu'elle sera remplie, $2(m - k)$ des tangentes que l'on peut mener à la courbe par le point multiple deviendront égales

à la raison R^2 de cette progression. Le cercle d'inversion a en effet pour centre le point multiple et pour rayon la racine carrée R de la raison. Il coupe la courbe en $2(m-k)$ points à distance finie, chacun desquels est à lui-même son conjugué puisqu'il est sur le cercle d'inversion, donc les droites qui les joignent au centre sont tangentes à la courbe en ces points.

La courbe, ayant un point multiple d'ordre $m-2k$ et deux points multiples d'ordre k, sera en général de classe

$$m(m-1)-(m-2k)(m-2k-1)-2k(k-1)$$

ou

$$2k(2m-3k)$$

Le nombre des tangentes qu'on pourra lui mener par l'origine devra être diminué de $2(m-2k)$; et si l'on en retranche les $2(m-k)$ précédentes aux points de contact desquelles le cercle d'inversion coupe la courbe à angle droit, il en reste:

$$2k(2m-3k)-2(m-2k)-2(m-k)$$

ou

$$2(k-1)(2m-3k)$$

dont les points de contact ne sont pas sur le cercle d'inversion, mais sont évidemment conjugués deux à deux, de telle sorte qu'en réalité leur nombre se réduit de moitié et ce sont des tangentes doubles. Ainsi:

Dans l'anallagmatique générale (6), $2(m-k)$ *des tangentes que l'on peut mener à la courbe par le point multiple sont égales au rayon du cercle d'inversion qui coupe la courbe orthogonalement en chacun de leurs points de contact; de plus, le point multiple, centre du cercle d'inversion, est le point de concours de* $(k-1)(2m-3k)$ *tangentes doubles dont les points de contact sont deux à deux des points conjugués de l'anallagmatique.*

S'il s'agit d'une surface les résultats seront analogues; le cône ayant pour sommet le point multiple et pour base la courbe [de degré $2(m-k)$] d'intersection à distance finie de la surface et de la sphère d'inversion sera circonscrit à la surface, laquelle sera ainsi coupée à angle droit par la sphère en chacun des points de contact. Il y aura en outre un cône de même sommet, dont le degré sera:

$$(k-1)(2m-3k)$$

et dont toutes les arêtes seront des tangentes doubles de la surface à points de contact conjugués.

II. — ESSAI DE CLASSIFICATION DES COURBES ET SURFACES ALGÉBRIQUES ANALLAGMATIQUES.

Les équations générales (6) et (7) renferment deux indéterminées m et k dont la considération peut donner lieu à deux classifications des courbes ou surfaces algébriques anallagmatiques.

En premier lieu ; pour un degré donné m, le degré de multiplicité du pôle étant égal à $m - 2k$, il y aura autant d'espèces de courbes ou de surfaces anallagmatiques du degré considéré qu'il y a d'entiers de même parité que m et inférieurs à m, y compris zéro, c'est-à-dire $\frac{m}{2}$ si m est pair, et $\frac{m-1}{2}$ si m est impair.

Supposons d'abord $m = 2$. On ne peut donner à k que la valeur 1, et l'équation générale des courbes anallagmatiques du second degré devient

$$(x^2 + y^2) + \psi_1(x, y) + R^2 = 0$$

le cercle d'inversion étant le cercle

$$x^2 + y^2 = R^2 \tag{8}$$

C'est-à-dire que ces courbes sont tous les cercles du plan par rapport à tout cercle orthogonal au cercle considéré. On retrouve de même pour l'espace le résultat connu, c'est-à-dire toutes les sphères de l'espace par rapport à toute sphère orthogonale.

Soit ensuite $m = 3$. Nous pourrons donner à k la seule valeur 1, et l'équation générale des courbes anallagmatiques du troisième degré par rapport au cercle (8) sera :

$$(x^2 + y^2)\,\psi_1(x, y) + \psi_2(x, y) + R^2\,\psi_1(x, y) = 0$$

L'on voit que la courbe passe par l'origine et que la tangente en ce point est parallèle à l'asymptote réelle ; si donc, étant donnée une cubique circulaire, on veut trouver les centres des cercles d'inversion, il suffira de construire les points de contact des tangentes parallèles à l'asymptote réelle et l'on retombe ainsi sur le résultat connu que, lorsqu'une cubique passe par les points cycliques, elle est anallagmatique par rapport à quatre cercles différents dont les centres sont les points de contact des tangentes menées parallèlement à l'asymptote.

Dans l'espace, on aurait le résultat analogue et l'on aurait, comme l'on sait, cinq sphères d'inversion dont les centres sont les points de contact des plans tangents parallèles au plan asymptote.

Soit $m = 4$. On peut alors donner à k deux valeurs distinctes :

$k=1$ ou $k=2$. L'équation générale des courbes anallagmatiques unicirculaires du quatrième degré sera :

$$(x^2+y^2)\,\psi_2(x,y)+\psi_3(x,y)+R^2\,\psi_1(x,y)=0$$

Elle rentre, comme les deux précédentes, dans une classe générale d'anallagmatiques que nous avons signalée (*).

L'origine est un point double de la courbe dont les deux tangentes sont parallèles aux deux asymptotes réelles.

Réciproquement, toute quartique passant une fois par les points circulaires de l'infini et satisfaisant à ces conditions sera anallagmatique par rapport à un cercle ayant pour centre le point double et pour rayon la longueur commune des six tangentes menées de ce point à la courbe.

Supposons maintenant $k=2$. L'équation générale des quartiques anallagmatiques bicirculaires sera :

$$(x^2+y^2)^2+(x^2+y^2)\,\psi_1(x,y)+\psi_2(x,y)$$
$$+R^2\,\psi_1\,(x,y)+R^4=0$$

Ce sont celles qui ont été considérées jusqu'à présent par les différents auteurs qui se sont occupés des anallagmatiques du quatrième degré. Réciproquement, étant donnée une quartique bicirculaire, si l'on veut déterminer l'origine de telle façon que son équation prenne la forme précédente, l'on voit facilement que le problème est déterminé. On sait qu'il admet quatre solutions, et nous retrouvons ce résultat connu que les tangentes doubles, dont le nombre se réduit à huit, se partagent en quatre couples dans chacun desquels le point d'intersection des deux tangentes est centre d'un cercle d'inversion. De ce point, on peut mener quatre autres tangentes à la courbe dont les longueurs sont égales entre elles et au paramètre de transformation (I). L'on sait de même que les surfaces quartiques bicirculaires admettent cinq sphères d'inversion et que chacun des cinq centres est le sommet d'un cône du second degré doublement circonscrit à la surface et d'un cône du quatrième degré circonscrit le long de la courbe d'intersection à distance finie de la surface avec la sphère d'inversion correspondante. Il est facile de trouver les équations de ces cônes. Soit, en effet, en posant

$$\rho^2=x^2+y^2+z^2$$
$$\rho^4+\rho^2\psi_1\,t+\psi_2\,t^2+R^2\psi_1\,t^3+R^4\,t^4=0$$

l'équation de la surface rendue homogène par l'introduction d'une nouvelle variable t; soit de même

$$\rho^2=R^2\,t^2$$

(*) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 23 septembre 1878, p. 460.

l'équation de la sphère d'inversion. L'équation du cône ayant son sommet à l'origine, et dont la base est la courbe d'intersection à distance finie de ces deux surfaces, s'obtiendra par l'élimination de t entre leurs équations, ce qui donne

$$2\rho^4 + \psi_2 \frac{\rho^2}{R^2} = -2t\rho^2\psi_1$$

ou, en élevant au carré, après avoir multiplié par $\frac{R^2}{\rho^2}$

$$(2R^2\rho^2 + \psi_2)^2 - 4R^2\rho^2\psi_1^2 = 0$$

Pour avoir l'équation du cône du second degré doublement circonscrit à la surface, soient

$$\frac{x}{\cos\alpha} = \frac{y}{\cos\beta} = \frac{z}{\cos\gamma} = \rho$$

les équations d'une droite issue de l'origine; les valeurs de x, y, z tirées de ces équations et substituées dans celle de la surface, donnent l'équation du quatrième degré en ρ,

$$\rho^4 + \rho^3\,\psi_1(\cos\alpha, \cos\beta, \cos\gamma) + \rho^2\,\psi_2(\cos\alpha, \cos\beta, \cos\gamma)$$
$$+ R^2\rho\,\psi_1(\cos\alpha, \cos\beta, \cos\gamma) + R^4 = 0$$

Pour que la droite soit doublement tangente, il faut que le premier membre de cette équation soit un carré parfait; l'une des deux conditions qui doivent être remplies pour cela est satisfaite d'elle-même, l'autre est

$$\psi_2(\cos\alpha, \cos\beta, \cos\gamma) = 2R^2 + \frac{1}{4}\,\psi_1^2(\cos\alpha, \cos\beta, \cos\gamma)$$

ou bien

$$4\psi_2(\cos\alpha, \cos\beta, \cos\gamma) - \psi_1^2(\cos\alpha, \cos\beta, \cos\gamma) - 8R^2 = 0$$

Remplaçant $\cos\alpha$, $\cos\beta$, $\cos\gamma$ par $\frac{x}{\rho}$, $\frac{y}{\rho}$, $\frac{z}{\rho}$, on aura l'équation cherchée,

$$4\psi_2(x, y, z) - \psi_1^2(x, y, z) - 8R^2\rho^2 = 0$$

Comme vérification, le cône passant par la courbe d'intersection de la surface avec la polaire de l'origine, doit se composer du premier cône et de deux fois le second.

L'équation homogène de cette polaire peut s'écrire :

$$\rho^2\psi_1 + 2\psi_2 t + 3R^2\psi_1 t^2 + 4R^4 t^3 = 0$$

Multipliant l'équation de la surface par 4, et retranchant la précédente multipliée par t, il vient

$$4\rho^4 + 3\rho^2\psi_1 t + 2\psi_2 t^2 + R^2\psi_1 t^3 = 0$$

Éliminant enfin t entre ces deux équations du troisième degré suivant les méthodes connues, il vient, en divisant par $4\,R^4\rho^4$,

$$\begin{vmatrix} 3\psi_1^2 - 8\psi_2 & \psi_1(\psi_2 - 6R^2\rho^2) & \psi_1^2 - 16R^2\rho^2 \\ \psi_1(\psi_2 - 6R^2\rho^2) & \psi_2^2 - 2R^2\rho^2\psi_1^2 - 4R^4\rho^4 & \psi_1(\psi_2 - 6R^2\rho^2) \\ \psi_1^2 - 16R^2\rho^2 & \psi_1(\psi_2 - 6R^2\rho^2) & 3\psi_1^2 - 8\psi_2 \end{vmatrix} = 0$$

Ce déterminant est de la forme

$$\begin{vmatrix} a & b & c \\ b & d & b \\ c & b & a \end{vmatrix}$$

et se réduit, conséquemment, à $(a - c)\,[d\,(a + c) - 2b^2]$.

Or $a - c$ est précisément égal à

$$2\,(\psi_1^2 - 4\psi_2 + 8R^2\rho^2)$$

et l'on vérifie immédiatement que l'autre facteur est égal à

$$2\,(\psi_1^2 - 4\psi_2 + 8R^2\rho^2)\,[(2R^2\rho^2 + \psi_2)^2 - 4R^2\rho^2\psi_1^2]$$

de telle sorte que le premier membre de l'équation du cône se décompose suivant les facteurs prévus.

Soit maintenant $m = 5$; nous trouvons deux anallagmatiques du cinquième degré : pour $k = 1$, les anallagmatiques unicirculaires

$$(x^2 + y^2)\,\psi_3 + \psi_4 + R^2\psi_3 = 0$$

qui ont un point triple et dont les trois tangentes en ce point sont parallèles aux trois asymptotes différentes des droites isotropes. Réciproquement, toute quintique unicirculaire satisfaisant à ces conditions est anallagmatique par rapport à un cercle ayant pour centre le point triple et pour rayon la racine carrée du rapport de l'ensemble des termes de degré inférieur au multiplicateur de $(x^2 + y^2)$ dans les termes du cinquième degré. Il en est de même pour les surfaces quintiques unicirculaires.

$$(x^2 + y^2 + z^2)\,\psi_3 + \psi_4 + R^2\psi_3 = 0$$

qui ont un point triple et pour lesquelles le cône du troisième degré tangent en ce point passe par les points à l'infini de la surface qui ne sont pas sur le cercle de l'infini.

Pour $k = 2$, on obtient les quintiques anallagmatiques bicirculaires

$$(x^2 + y^2)^2\,\psi_1 + (x^2 + y^2)\,\psi_2 + \psi_3 + R^2\psi_2 + R^4\psi_1 = 0$$

pour lesquelles le centre d'inversion est, sur la courbe, l'un des points de contact des tangentes parallèles à l'asymptote réelle. Réciproquement, toute quintique bicirculaire rapportée à un tel point a pour équation

$$(x^2 + y^2)^2\,\psi_1 + (x^2 + y^2)\,\psi_2 + \psi_3 + f_2 + R^4\psi_1 = 0$$

Pour qu'elle soit anallagmatique, il faudra que f_2 et $R^2\psi_2$ soient identiques, ce qui exige trois conditions, et lorsqu'elles seront remplies, six des tangentes menées à la courbe par le centre d'inversion seront égales à R, tandis que les huit autres s'accoupleront pour former quatre tangentes doubles sur chacune desquelles les points de contact seront conjugués. De même pour les surfaces quintiques bicirculaires, l'un des points de contact des plans tangents parallèles au plan asymptote pourra être centre d'inversion moyennant quatre conditions, et alors le cône circonscrit de ce point à la surface se décomposera en un cône du sixième degré

$$[2R^2\rho^2\psi_1+\psi_3]^2-4R^2\rho^2\psi_2^2=0$$

et en un cône du quatrième degré deux fois, c'est-à-dire doublement tangent

$$\psi_2^2-4\psi_3\psi_1+8R^2\rho^2\psi_1^2=0$$

On obtient ces équations en remplaçant dans celles qui sont relatives aux quartiques bicirculaires ψ_1 par $\frac{\psi_3}{\psi_1}$ et ψ_2 par $\frac{\psi_2}{\psi_1}$.

Enfin, examinons encore le cas où $m=6$ qui présente trois espèces d'anallagmatiques.

Pour $k=1$, on a les sextiques unicirculaires

$$(x^2+y^2)\psi_4+\psi_5+R^2\psi_4=0$$

à point quadruple pour lequel les quatre tangentes sont parallèles aux asymptotes différentes des droites isotropes. Devant revenir plus loin sur les anallagmatiques unicirculaires, nous ne nous y arrêtons pas.

Pour $k=2$, on a les courbes

$$(x^2+y^2)^2\psi_2+(x^2+y^2)\psi_3+\psi_4+R^2\psi_3+R^4\psi_2=0$$

qui sont bicirculaires et dont le centre d'inversion est aussi un point double. Les deux tangentes en ce point passent par les deux points de la courbe à l'infini différents des points cycliques; huit des tangentes menées à la courbe de ce point sont égales au rayon R; il y a de plus six tangentes doubles à points de contact conjugués, issues de ce point. De même pour les surfaces : indépendamment du cône tangent au point double qui passe par la conique à l'infini de la surface différente du cercle de l'infini, on peut lui circonscrire de ce point un cône du huitième degré, le long de la courbe de contact duquel la sphère d'inversion la coupe à angle droit, et un cône du sixième degré, doublement tangent. Le premier a pour équation

$$(2R^2\rho^2\psi_2+\psi_4)^2-4R^2\rho^2\psi_3^2=0$$

et le second

$$\psi_3^2-4\psi_2\psi_4+8R^2\rho^2\psi_2^2=0$$

Enfin pour $k = 3$, on a les sextiques tricirculaires

$$(x^2+y^2)^3 + (x^2+y^2)^2\,\psi_1 + (x^2+y^2)\,\psi_2 + \psi_3 + R^2\,\psi_2 + R^4\,\psi_1 + R^6 = 0$$

pour lesquelles le centre d'inversion est en dehors de la courbe. Réciproquement, toute sextique tricirculaire sera de la forme

$$(x^2+y^2)^3 + (x^2+y^2)^2\,\psi_1 + (x^2+y^2)\,\psi_2 + \psi_3 + f_2 + f_1 + R^6 = 0$$

et devra satisfaire à cinq conditions pour être anallagmatique par rapport à un point donné. Si l'on élimine entre ces conditions les coordonnées du point, il n'en restera plus que trois : lorsqu'elles seront remplies, six des tangentes menées à la courbe par le centre d'inversion seront égales à R; il y aura de plus six tangentes doubles, à point de contact conjugués, issues de ce point. De même une surface sextique tricirculaire pourra être anallagmatique moyennant six conditions et alors le cône circonscrit du centre d'inversion se décomposera en un cône du sixième degré

$$4R^2\rho^2(R^2\rho^2 + \psi_2)^2 - (2R^2\rho^2\psi_1 + \psi_3)^2 = 0$$

et en un cône de même degré doublement circonscrit.

L'on peut, en second lieu, faire une classification des courbes et surfaces anallagmatiques fondée sur le degré de multiplicité k des points cycliques ou du cercle de l'infini. Pour ne pas parler du cas où ce degré est nul et où, comme nous l'avons vu, la courbe se compose d'un faisceau de droites tandis que la surface se réduit à un cône, on aura pour $k = 1$, les anallagmatiques unicirculaires

$$(x^2+y^2)\,\psi_{m-2} + \psi_{m-1} + R^2\,\psi_{m-2} = 0$$

Nous avons déjà signalé (*) cette espèce d'anallagmatiques qui se définit géométriquement de la façon la plus claire, et nous avons remarqué plus haut que, tandis que toutes les anallagmatiques du second et du troisième degré rentrent dans cette catégorie, elle donne lieu à une nouvelle espèce d'anallagmatiques du quatrième degré. En général, ces courbes sont définies par la propriété d'avoir un point multiple d'ordre $m-2$ qui est le centre d'inversion, dont les $m-2$ tangentes passent par les $m-2$ points à l'infini sur la courbe différents des points cycliques, d'une façon analogue, pour les surfaces. Réciproquement, si ces conditions sont remplies, la courbe ou surface est une anallagmatique unicirculaire, ayant pour centre d'inversion le point multiple et pour rayon d'inversion la racine carrée du rapport de l'ensemble des termes d'ordre inférieur au coefficient de (x^2+y^2) ou de $(x^2+y^2+z^2)$: le cercle ou la sphère d'inversion coupe orthogonalement la courbe ou

(*) *Comptes rendus de l'Académie des sciences.* Séance du 23 septembre 1878, p. 480.

la surface, le premier en 2 $(m-1)$ points, la seconde suivant une courbe de degré 2 $(m-1)$; le nombre des tangentes doubles issues du centre d'inversion, ou le degré du cône doublement circonscrit se réduit à zéro.

Pour $k=2$, on a toutes les anallagmatiques bicirculaires dans lesquelles rentrent les anallagmatiques du quatrième degré étudiées jusqu'à présent

$$(x^2+y^2)^2\,\psi_{m-4}+(x^2+y^2)\,\psi_{m-3}+\psi_{m-2}+R^2\,\psi_{m-3}+R^4\,\psi_{m-4}=0$$

Elles ont un point multiple d'ordre $m-4$, dont les tangentes vont passer par les points à l'infini sur la courbe différents des points cycliques ; la première et la troisième polaires de ce point ont, en dehors des points cycliques, les mêmes points à l'infini. Elles satisfont à une autre condition provenant de ce que le coefficient de ψ_{m-4} est le carré du coefficient de ψ_{m-3}. Le cercle d'inversion les coupe orthogonalement en 2 $(m-2)$ points, et il y a en outre 2 $(m-3)$ tangentes doubles issues de l'origine : de même pour les surfaces.

On aurait de même, pour $k=3$, les anallagmatiques tricirculaires dont nous avons vu que les sextiques donnent l'exemple le plus simple, et ainsi de suite, jusqu'à $k=\frac{m}{2}$, si m est pair, et $k=\frac{m-1}{2}$, si m est impair. Dans la première hypothèse, le centre d'inversion est extérieur à la courbe ; c'est le point de concours de $\frac{m}{2}\left(\frac{m}{2}-1\right)$ tangentes doubles et le cercle d'inversion coupe orthogonalement la courbe en m points ; dans le second cas, le centre d'inversion est l'un des points de contact des tangentes menées à la courbe parallèlement à l'asymptote réelle ; c'est en même temps le point de concours de $\frac{m-3}{2}\cdot\frac{m+3}{2}$ tangentes doubles, et le cercle d'inversion courbe la courbe orthogonalement en $m+1$ points.

Les classifications qui précèdent n'ont d'ailleurs d'autre prétention que celle de signaler à une étude spéciale les différentes espèces d'anallagmatiques auxquelles elles ont trait, tant au point de vue des propriétés qui se déduisent immédiatement de cette étude générale, qu'à celui des propriétés particulières à chacune d'elles. Il y aura lieu, par exemple, de rechercher dans chaque cas si la courbe ou la surface peut être anallagmatique par rapport à plusieurs centres d'inversion et quelles sont les relations réciproques entre les cercles ou les sphères d'inversion. Par exemple, la quartique unicirculaire à trois points doubles sera anallagmatique de trois façons différentes si les tangentes en chacun de

ces points vont concourir respectivement aux deux points à l'infini sur la courbe différents des points cycliques, ce qui paraît possible puisque de chaque point de la courbe on peut lui mener quatre tangentes.

III. — Recherche de la déférente.

Dans l'étude qui va suivre, nous dirons que la quantité k, qui est en même temps le degré de multiplicité des points cycliques ou du cercle de l'infini, et le nombre des couples de points conjugués situés sur toute droite issue du pôle, est l'*indice* de l'anallagmatique.

On sait (*) que toute courbe ou surface anallagmatique peut être considérée comme l'enveloppe d'une série de cercles ou de sphères coupant orthogonalement le cercle ou la sphère d'inversion et dont le centre décrit une courbe ou une surface qu'on appelle la *déférente* (**). Proposons-nous de trouver la classe et le degré de la déférente de l'anallagmatique générale du degré m et d'indice k. A cet effet, nous démontrerons d'abord le théorème suivant :

Le lieu des milieux des segments interceptés sur une droite issue du pôle par deux points correspondants est une courbe ou une surface de degré m *dont le pôle est point multiple d'ordre* m — k *et passant* k *fois par les points cycliques ou par le cercle de l'infini.*

Considérons, en effet, sur la droite variable, le lieu des couples de points conjugués harmoniques à la fois par rapport aux points d'intersection de la droite et du cercle d'inversion et par rapport aux points d'intersection de la droite avec la conique formée par une droite fixe D et la droite de l'infini. La droite variable tournant autour d'un point fixe, on sait que ce lieu est une cubique passant par le point fixe qui est le pôle, et par les points d'intersection des deux coniques dont deux sont les points cycliques. Cette cubique coupe l'anallagmatique donnée en $3m$ points, dont $m-2k$ sont confondus au pôle, puisque tel est pour cette dernière le degré de multiplicité du pôle, et dont $2k$ sont les points cycliques, puisque k est le degré de multiplicité de l'un d'eux. Il en restera donc $2m$: soit A l'un de ces points. D'après la définition de la cubique, le conjugué harmonique A′ de ce point, sur la droite qui le joint au pôle, par rapport aux deux points d'intersection de cette droite avec le cercle d'inversion, est aussi sur la cubique. D'après cette même définition, le milieu du segment AA′ est sur la droite D; d'après la définition de l'anallagmatique, le point A étant sur cette courbe, elle renferme aussi le point A′. Donc les $2m$ points d'intersec-

(*) Moutard (*Ibid.* p. 66).
(**) De la Gournerie. — *Sur les lignes spiriques* (*J. de Liouville*, 1869, p. 37).

tion restants sont répartis en m couples de points correspondants de l'anallagmatique et dont les milieux sont sur la droite D, qui a, par conséquent, m points d'intersection sans plus avec la courbe lieu des milieux, laquelle se trouve dès lors être de degré m. D'ailleurs sur toute droite issue du pôle, il y a k couples de points correspondants; il n'y a donc que k points du lieu distincts du pôle, lequel sera conséquemment point multiple d'ordre $m-k$. Pour ce qui est du degré de multiplicité des points cycliques, on voit que la droite variable passe k fois par chacun d'eux, lequel, pour chacune de ces positions, appartient évidemment au lieu.

Le raisonnement serait identique pour l'espace et pourrait d'ailleurs s'établir pour tous les cas analytiquement avec la plus grande facilité, par le calcul qui sert à abaisser au degré sous-double l'équation réciproque de degré pair suivant le module R.

Cela posé, pour trouver la classe de la déférente, rappelons que cette courbe peut encore être considérée comme l'enveloppe des perpendiculaires élevées sur la droite qui joint deux points correspondants au milieu de ces deux points. Les tangentes menées à cette courbe par un point P du plan seront donc, parmi toutes les droites qui joignent ce point à tous les points de la courbe lieu des milieux, celles qui sont perpendiculaires au segment qui joint les deux points correspondants dont un point de cette courbe est le milieu, et leurs pieds sur ces segments s'obtiendront par conséquent en cherchant les points d'intersection de la courbe lieu des milieux avec le cercle ayant pour diamètre la droite qui joint le point P au pôle. Ces points sont en nombre égal à $2m$; mais il y en a $m-k$ confondus au pôle et $2k$ confondus avec les points cycliques. Il en reste donc $m-k$ et telle est la classe de la déférente.

Cette courbe a d'ailleurs $m-2k$ contacts avec la droite de l'infini qui correspondent aux $m-2k$ positions de la droite variable pour lesquelles elle est parallèle aux asymptotes différentes des droites isotropes. Elle ne saurait avoir d'autres tangentes multiples.

D'après les formules de Plücker, son degré sera donc égal à :

$$(m-k)(m-k-1)-(m-2k)(m-2k-1), \text{ ou : } k(2m-3k-1).$$

On peut donc énoncer ce théorème :

La courbe déférente de l'anallagmatique générale de degré m *et d'indice* k *est une courbe de classe* m—k *et de degré* k (2m—3k—1) *ayant* m—2k *contacts à l'infini.*

Dans certains cas particuliers, cet énoncé pourra subir des exceptions : si, par exemple, deux branches de l'anallagmatique sont tan-

gentes au pôle, les deux contacts correspondants de la déférente à l'infini deviendront une inflexion à l'infini (*).

Dans l'espace, la classe de la surface déférente se calculera identiquement de la même façon et sera encore égale à $m-k$. Pour en trouver le degré, remarquons que cette surface admet le plan de l'infini comme plan tangent multiple d'ordre $m-2k$ et n'admet pas d'autres plans tangents doubles. Son degré sera par conséquent :

$$(m-k)(m-k-1)^2-(m-2k)(m-2k-1)^2,$$

ou

$$k(3m^2-9mk+7k^2-4m+6k+1).$$

Ainsi :

La surface déférente de l'anallagmatique générale de degré m *et d'indice* k *est une surface de classe* m—k *et de degré*

$$k(3m^2-9mk+7k^2-4m+6k+1),$$

admettant le plan de l'infini comme plan tangent multiple d'ordre m—2k.

Dans le plan, les tangentes menées de l'origine à la déférente sont les perpendiculaires aux $m-k$ targentes en ce point à la courbe lieu des milieux; et dans l'espace, le cône, de degré $(m-k)(m-k-1)$, circonscrit de l'origine à la surface déférente est le cône réciproque du cône, de degré $m-k$, tangent à l'origine à la surface lieu des milieux.

IV. — Conséquences relatives aux courbes du quatrième degré a un point double.

Parmi les courbes et surfaces anallagmatiques précédemment étudiées, une famille des plus intéressantes est sans contredit celle des anallagmatiques unicirculaires, dont les propriétés géométriques apparaissent immédiatement. Elles peuvent se définir par les caractères suivants : elles possèdent un point multiple d'ordre $m-2$, pour lequel les tangentes ou le cône tangent vont passer par les points à l'infini de la courbe ou de la surface différents des points cycliques ou situés en dehors du cercle de l'infini. Si maintenant on leur fait subir une transformation homographique, on aura des propriétés correspondantes pour les courbes ou surfaces de degré m, ayant un point multiple d'ordre $m-2$ pour lequel les tangentes ou le cône tangent achèvent de rencontrer la courbe ou la surface suivant des points en ligne droite ou suivant une courbe plane. Nous voulons examiner ici celles qui sont relatives aux courbes du quatrième degré à point double.

(*) Cette détermination concorde avec les théorèmes de M. de la Gournerie (*Ibid.*, p. 39 et 40), d'après lesquels le degré d'une courbe anallagmatique est égal au double de la classe de la déférente diminué du nombre des contacts à l'infini, et de deux fois le nombre des inflexions à l'infini.

Remarquons tout d'abord que si l'on transforme homographiquement la transformation par rayons vecteurs réciproques, on obtient une nouvelle transformation à laquelle M. Hirst a donné le nom *d'inversion quadrique* (*) et qui consiste, sur tout rayon vecteur OM, issu d'un point fixe O, à prendre le conjugué harmonique du point M de la courbe par rapport aux deux points d'intersection du rayon avec une conique fixe. Si une courbe est anallagmatique, sa transformée homographique ne change pas si on lui fait subir l'inversion quadrique par rapport à la conique transformée homographique du cercle d'inversion; nous dirons alors que cette conique est pour la courbe une conique *d'anallagmasie*, ainsi que nous l'avons déjà fait dans un précédent travail (**)

Supposons maintenant que l'on transforme homographiquement une quartique unicirculaire, anallagmatique; on obtiendra la quartique à point double générale, de laquelle on voit de suite que l'on peut énoncer le théorème suivant:

Les six points de contact des tangentes menées par le point double à une quartique à nœud, sont sur une même conique. Cette conique est conique d'anallagmasie par rapport au point double pour la quartique. Ses deux autres points d'intersection avec la quartique sont sur la polaire du point double par rapport à elle-même, laquelle polaire va rencontrer la quartique en deux autres points qui sont respectivement les quatrièmes points d'intersection avec la courbe des tangentes au point double.

Pour vérifier ce théorème et trouver en même temps l'équation de la conique d'anallagmasie, cherchons s'il existe une conique dont l'équation serait

$$Ax^2 + 2Bxy + Cy^2 + 2Dx + 2Ey + F = 0$$

et telle que tout rayon vecteur

$$\frac{x}{\cos\alpha} = \frac{y}{\cos\beta} = \rho$$

issu de l'origine, point double de la quartique, rencontre les deux courbes en quatre points harmoniques.

Soit

$$\varphi_4(x.y) + \varphi_3(x.y) + \varphi_2(x.y) = 0$$

l'équation de la quartique, décomposée en groupes homogènes; si l'on y remplace x et y par leurs valeurs et si l'on divise par ρ^2, il vient

$$\rho^2\, \varphi_4(\cos\alpha, \cos\beta) + \rho\, \varphi_3(\cos\alpha, \cos\beta) + \varphi_2(\cos\alpha, \cos\beta) = 0$$

(*) *On the quadric inversion of plane curves* (*Proceedings of the Royal Society*, 1865; p. 91).

(**) *Sur un nouveau mode de génération des surfaces du troisième degré* (*Bulletin de la Société mathématique de France*, t. IV, 1876, p. 128).

pour l'équation aux distances à l'origine des deux points d'intersection du rayon vecteur avec la courbe, points différents de l'origine. On a de même pour la conique

$$\rho^2(A\cos^2\alpha + 2B\cos\alpha\cos\beta + C\cos^2\beta) + 2\rho(D\cos\alpha + E\cos\beta) + F = 0$$

Pour que ces quatre points soient harmoniques, l'on sait d'après une formule connue que l'on doit avoir

$$\begin{aligned}(A\cos^2\alpha + 2B\cos\alpha\cos\beta + C\cos^2\beta)\ \varphi_2(\cos\alpha, \cos\beta) + F\varphi_4(\cos\alpha, \cos\beta)\\ - (D\cos\alpha + E\cos\beta)\ \varphi_3(\cos\alpha, \cos\beta) = 0\end{aligned}$$

équation du quatrième degré homogène en $\cos\alpha$ et $\cos\beta$, qui, pour être identique, fournira cinq conditions. Ces conditions seront linéaires par rapport aux paramètres de la conique, qui, dès lors, sera unique et passera nécessairement par les points de contact des six tangentes menées par l'origine à la quartique. Dès lors, les deux autres points d'intersection de la conique et de la quartique sont évidemment les points de contact des tangentes menées de l'origine à la conique ; enfin, la droite qui joint ces deux points, polaire de l'origine par rapport à la conique, coupe la quartique en deux autres points qu'il est facile de trouver; car, sur la droite qui joint l'un deux à l'origine, ce point et l'origine étant conjugués harmoniques par rapport aux points d'intersection du rayon vecteur avec la conique, il faudra, à cause de la propriété d'anallagmasie, que la quartique ait un troisième point à l'origine ; ce qui revient à dire que ces points s'obtiendront en prenant respectivement le quatrième point d'intersection avec la quartique des deux tangentes à l'origine.

C. Q. F. D.

Pour avoir l'équation de la conique, reprenons les notations précédentes et soient

$$\begin{aligned}\varphi_4(x,y) &\equiv a_1x^4 + b_1x^3y + c_1x^2y^2 + d_1xy^3 + e_1y^4\\ \varphi_3(x,y) &\equiv a_2x^3 + b_2x^2y + c_2xy^2 + d_2y^3\\ \varphi_2(x,y) &\equiv a_3x^2 + b_3xy + c_3y^2.\end{aligned}$$

Les cinq conditions qui déterminent les paramètres de la conique d'anallagmasie seront alors

$$\begin{aligned}Cc_3 \qquad\qquad\qquad - Ed_2 + Fe_1 &= 0\\ 2Bc_3 + Cb_3 - Dd_2 - Ec_2 + Fd_1 &= 0\\ Ac_3 + 2Bb_3 + Ca_3 - Dc_2 - Eb_2 + Fc_1 &= 0\\ Ab_3 + 2Ba_3 \qquad - Db_2 - Ea_2 + Fb_1 &= 0\\ Aa_3 \qquad\qquad - Da_2 \qquad + Fa_1 &= 0\end{aligned}$$

et l'équation de la conique pourra s'écrire sous la forme remarquable

$$\begin{vmatrix} x^2 & xy & y^2 & x & y & 1 \\ a_3 & 0 & 0 & a_2 & 0 & a_1 \\ b_3 & a_3 & 0 & b_2 & a_2 & b_1 \\ c_3 & b_3 & a_3 & c_2 & b_2 & c_1 \\ 0 & c_3 & b_3 & d_2 & c_2 & d_1 \\ 0 & 0 & c_3 & 0 & d_2 & e_1 \end{vmatrix} = 0.$$

On peut maintenant, si l'on veut, vérifier rétrospectivement que si les quatre points à l'infini sont les points cycliques et les quatrièmes points d'intersection avec la courbe des tangentes au point double, la conique d'anallagmasie se réduit à un cercle ayant pour centre le point double. On a, en effet, dans ce cas, en désignant par R un certain paramètre

$$R^2\,\varphi_1(x,y) \equiv (x^2+y^2)\,(a_3x^2+b_3xy+c_3y^2)$$

d'où

$$R^2a_1 = a_3 \quad R^2b_1 = b_3 \quad R^2c_1 = a_3+c_3 \quad R^2d_1 = b_3 \quad R^2e_1 = c_3.$$

Pour que les coefficients de x^2 et de y^2 soient égaux il suffit que l'on ait, en multipliant tout par R^2

$$\begin{vmatrix} 0 & c_3 & 0 & d_2 & c_3 \\ c_3 & b_3 & d_2 & c_2 & b_3 \\ b_3 & a_3 & c_2 & b_2 & a_3+c_3 \\ a_3 & 0 & b_2 & a_2 & b_3 \\ 0 & 0 & a_2 & 0 & a_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & d_2 & c_3 \\ 0 & c_3 & d_2 & c_2 & b_3 \\ c_3 & b_3 & c_2 & b_2 & a_3+c_3 \\ b_3 & a_3 & b_2 & a_2 & b_3 \\ a_3 & 0 & a_2 & 0 & a_3 \end{vmatrix}$$

ce qui peut s'écrire

$$\begin{vmatrix} c_3 & 0 & 0 & d_2 & c_3 \\ b_3 & c_3 & d_2 & c_2 & b_3 \\ a_3+c_3 & b_3 & c_2 & b_2 & a_3+c_3 \\ b_3 & a_3 & b_2 & a_2 & b_3 \\ a_3 & 0 & a_2 & 0 & a_3 \end{vmatrix} = 0;$$

ce qui a lieu évidemment, la première et la dernière colonne étant identiques. L'on voit de même que si, dans les coefficients de xy, de x et de y, on ajoute les deux premières colonnes, on obtient la dernière, ils sont donc nuls, et l'équation représente un cercle ayant pour centre l'origine. Quant au terme constant, il est égal au mineur changé de signe correspondant à l'élément 1 dans le déterminant; on peut d'ailleurs, en amenant dans le coefficient de y^2 la dernière colonne à la troisième

place et de celle-ci retranchant la première, écrire ce coefficient

$$\frac{1}{R^2}\begin{vmatrix} 0 & 0 & c_3 & 0 & d_2 \\ 0 & c_3 & b_3 & d_2 & c_2 \\ c_3 & b_3 & a_3 & c_2 & b_2 \\ b_3 & a_3 & 0 & b_2 & a_2 \\ a_3 & 0 & 0 & a_2 & 0 \end{vmatrix}$$

L'on voit ainsi qu'il est égal au terme constant, au facteur près $-\frac{1}{R^2}$; de telle sorte qu'enfin l'équation du cercle se réduit à

$$x^2 + y^2 = R^2$$

en désignant par R^2 le rapport de l'ensemble des termes de degré inférieur dans l'équation de la quartique à l'ensemble des termes de degré supérieur, préalablement divisés par le facteur $x^2 + y^2$. Ce cercle coupe orthogonalement la quartique aux six points de contact des tangentes issues du point double à la courbe, et l'on peut dire que le rayon R, réel ou imaginaire, est la *puissance* du point double par rapport à la quartique. De telle sorte que nous retrouvons l'équation générale des quartiques anallagmatiques à point double rapportées à ce point pris pour origine :

$$(x^2 + y^2)\,\varphi_2(x.y) + \varphi_3(x.y) + R^2\,\varphi_2(x.y) = 0.$$

Elle renferme six arbitraires, comme cela devait avoir lieu puisqu'il faut quatorze conditions pour déterminer une quartique et que l'on en connait un point double et la conique d'anallagmasie.

V. Mode de génération commun a toutes les courbes du quatrième degré a un point double.

Considérons deux coniques

$$C_0 \equiv A_0x^2 + 2B_0xy + C_0y^2 + 2D_0x + 2E_0y + F_0 = 0,$$
$$C \equiv Ax^2 + 2Bxy + Cy^2 + 2Dx + 2Ey + F = 0.$$

On sait que la condition pour que la droite

$$\alpha x + \beta y + \gamma = 0$$

coupe ces deux courbes en quatre points harmoniques est la suivante :

$$\begin{vmatrix} A_0 & B & D & \alpha \\ B_0 & C & E & \beta \\ D_0 & E & F & \gamma \\ \alpha & \beta & \gamma & 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} A & B_0 & D & \alpha \\ B & C_0 & E & \beta \\ D & E_0 & F & \gamma \\ \alpha & 0 & \gamma & 0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} A & B & D_0 & \alpha \\ B & C & E_0 & \beta \\ D & E & F_0 & \gamma \\ \alpha & \beta & 0 & 0 \end{vmatrix} = 0$$

Elle est linéaire par rapport aux paramètres de chaque conique, et du second degré par rapport à ceux de la droite. Si donc l'on y considère ces derniers comme variables, l'on peut dire qu'elle représente en coordonnées homogènes tangentielles, l'équation de l'enveloppe des droites satisfaisant à la condition demandée. C'est ainsi que l'on voit que cette enveloppe est une conique, et comme les huit tangentes respectivement à chaque conique en leur quatre points d'intersection satisfont à la condition, c'est ainsi que l'on peut démontrer que ces huit droites sont tangentes à une même conique.

Si maintenant l'on suppose que la conique C soit la conique variable d'un faisceau ponctuel, c'est-à-dire varie en passant par quatre points fixes, il suffira de remplacer ses coefficients A, B, C, D, E, F, par $A_1 + \lambda A_2$, $B_1 + \lambda B_2$. . . ., λ étant un paramètre variable; et l'équation tangentielle, étant linéaire en A, B, C, D, E, F, sera linéaire en λ; d'où l'on conclut qu'elle représentera toutes les coniques d'un faisceau tangentiel, c'est-à-dire des coniques tangentes à quatre droites fixes. D'où ce théorème :

Les coniques, enveloppes respectives des droites qui coupent harmoniquement une conique fixe et une conique variable d'un faisceau ponctuel, sont les coniques d'un faisceau tangentiel.

ou encore

Il existe quatre droites, réelles ou imaginaires, telles que les points doubles de l'involution déterminée sur chacune d'elles par les coniques d'un faisceau ponctuel coïncident avec leurs points d'intersection avec une conique donnée.

Nous désignerons le faisceau ponctuel par F_p, le faisceau tangentiel par F_t; à une conique de l'un correspond une conique de l'autre, et réciproquement; on peut dire qu'ils sont homographiques. Cela posé, prenons un point fixe P; et sur tout rayon vecteur issu de ce point, considérons les deux points de la conique du faisceau F_p qui correspond à la conique du faisceau F_t qui lui est tangente; le lieu de ces points sera une quartique ayant le point P pour point double et la conique C_0 pour conique d'anallagmasie. L'on voit en effet facilement, que sur tout rayon issu de P il n'y a en dehors du point P que les deux points qui définissent le lieu, et que le point P est un point double; puisqu'il n'y a qu'une conique du faisceau F_p qui passe par le point P, duquel on pourra mener deux tangentes à la conique du faisceau F_t qui lui correspond, lesquelles tangentes seront les positions du rayon vecteur pour lesquelles le point qui décrit la courbe passera en P, et seront alors les deux tangentes en ce point. L'on voit en même temps que le quatrième point d'intersection de l'une d'elles avec la courbe est aussi sur la conique du faisceau F_p qui passe par le point P. Du moment que le

lieu est une quartique, ayant le point P pour point double, en vertu du mode même de description de la courbe, la conique d'anallagmasie est nécessairement la conique fixe C_0, et les deux tangentes au point double, tangentes issues de P à la conique du faisceau F_t qui correspond à la conique du faisceau F_p qui passe en P, iront passer respectivement, ainsi qu'il a été établi, par les points d'intersection avec la quartique de la polaire de P par rapport à C_0, points différents des points de contact des tangentes menées par P à C_0.

La quartique passe par les quatre points, base du faisceau F_p, de sorte que ses huit points d'intersection avec une conique de ce faisceau sont les quatre points base du faisceau F_p et les quatre points du lieu, situés par définition sur les deux tangentes issues de P à la conique du faisceau F_t qui lui correspond. Ces couples de tangentes, étant menés d'un point aux coniques d'un faisceau tangentiel, forment un faisceau en involution dont les rayons doubles sont les tangentes en P aux deux coniques du faisceau F_t qui passent en P. Les tangentes en P à la quartique sont deux rayons conjugués de l'involution, puisqu'elles sont tangentes à une même conique du faisceau F_t, celle qui correspond à la conique du faisceau F_p qui passe en P.

Deux coniques du faisceau F_p sont doublement tangentes à la quartique; ce sont celles qui correspondent aux deux coniques du faisceau F_t qui passent par le point P : on s'en rend compte facilement en remarquant que les tangentes issues du point P à l'une de ces courbes coïncident.

Enfin il est facile de déterminer directement les tangentes qu'on peut mener du point P à la quartique.

Pour cela, il faut considérer le système p des tangentes menées par P aux courbes du faisceau F_p, et le système t des tangentes menées par P aux courbes du faisceau F_t, et chercher le nombre des coïncidences de deux droites correspondantes, en appelant droites correspondantes deux droites qui sont menées par P tangentiellement à deux coniques correspondantes, l'une du faisceau F_p, l'autre du faisceau F_t. Or, à une droite du système p, correspondent deux coniques du faisceau F_p, et à chacune d'elles une conique du faisceau F_t, à laquelle on peut mener deux tangentes du point P; en tout quatre droites du système t qui correspondent à la droite du système p. Réciproquement, à une droite du système t, correspond une conique du faisceau F_t, par suite une conique du faisceau F_p, à laquelle on peut mener deux tangentes du point P; donc deux droites du système p qui lui correspondent. En vertu du principe de correspondance, il y aura donc six coïncidences, par suite six tangentes issues du point P à la quartique.

Si l'on veut que la quartique soit anallagmatique, il suffira de prendre pour C_0 un cercle dont le centre serait le point P; alors elle passera par

les points cycliques, et ses deux autres points à l'infini seront sur les parallèles menées par P aux asymptotes de la courbe du faisceau F_p qui passe en P : si cette courbe est une ellipse, le point P sera un point isolé de la quartique ; si c'est une parabole, ce sera un point de rebroussement.

Réciproquement, toute quartique à point double est susceptible de ce mode de génération d'une infinité de manières. En effet, si ce mode de génération est possible, nous avons vu que les quatre points, base du faisceau, les quatrièmes points d'intersection a et b avec la courbe des tangentes au point double et le point double P sont sur une même conique : faisons donc passer une conique quelconque C par les trois points P, a, b ; elle coupera la courbe en quatre autres points ; cherchons si ces quatre points peuvent servir de base au faisceau ponctuel. Si nous opérons sur ce faisceau avec la conique d'anallagmasie de la quartique prise pour conique fixe C_0 et avec le pôle P, le lieu obtenu par la méthode qui vient d'être exposée, sera une quartique, ayant, comme la quartique donnée, le point P pour point double ; admettant comme elle pour tangentes en ce point les droites Pa et Pb, ayant la même conique d'anallagmasie, et passant comme elle par les quatre points, base du faisceau ; ce qui fait en tout quatorze conditions communes, ce qui suffit pour qu'elles coïncident (*). L'on voit qu'on peut se donner arbitrairement sur la courbe deux des quatre points, base du faisceau ; les deux autres s'obtiennent en faisant passer une conique par les deux points choisis et les trois points P, a, b et prenant ses deux derniers points d'intersection avec la courbe. Ainsi :

Toute quartique à point double peut être considérée d'une infinité de façons comme le lieu des points d'intersection des tangentes menées par le point double à la conique variable d'un faisceau tangentiel avec la conique correspondante d'un faisceau ponctuel, homographique au premier et dont les points base sont sur la courbe.

Si la quartique est anallagmatique, il suffira que la conique passant par les quatre points, base du faisceau, et le point double ait ses asymptotes parallèles aux directions asymptotiques de la quartique différentes des directions des points cycliques.

Le théorème direct peut d'ailleurs s'établir par le calcul avec la plus grande facilité. Soient en effet :

$$C_1 + \lambda C_2 = 0$$

(*) On pourrait objecter que si ces conditions ne sont pas distinctes, les deux courbes pourront ne pas coïncider. Mais l'on voit que ces conditions étant linéaires, on pourra, si elles ne sont pas distinctes, se donner un point de la quartique pour achever de la déterminer ; prenons ce point sur la conique C, qui a déjà sept points sur la courbe, dont le point double ; elle fera alors partie du lieu, ce qui est impossible parce que le reste de la courbe devrait se composer des droites Pa et Pb, lesquelles avec la conique quelconque C, ne forment pas une quartique ayant C_0 pour conique d'anallagmasie.

l'équation d'un faisceau de coniques, et

$$A_1 + \mu A_2 = 0$$

celle d'un faisceau de couples de droites en involution, issues de l'origine, dans laquelle, par conséquent, A_1 et A_2 sont homogènes du second degré en x et y. Etablissons entre ces deux faisceaux une relation homographique

$$\alpha\lambda\mu + \beta\lambda + \gamma\mu + \delta = 0$$

et éliminons λ et μ entre ces trois équations, nous aurons le lieu des points d'intersection d'un couple du second faisceau avec la conique correspondante du premier. L'équation du lieu sera

$$\alpha A_1 C_1 - \beta A_2 C_1 - \gamma A_1 C_2 + \delta A_2 C_2 = 0$$

qui représente une courbe du quatrième degré ayant l'origine pour point double.

VI. — Extension des propriétés précédentes aux surfaces du quatrième degré a directrice rectiligne double. Digression sur les surfaces du troisième degré.

Si l'on essaie d'étendre les propriétés précédentes aux surfaces du quatrième degré à point double, on rencontre des théorèmes qui, sans être indignes d'intérêt, n'ont pas la généralité des premiers, vu qu'ils ne s'appliquent qu'à une classe particulière de surfaces du quatrième degré à point double, celles dont le cône tangent au point double a pour base une conique située sur la surface. Mais il est facile de trouver des propriétés analogues qui s'étendent à toutes les surfaces du quatrième degré à directrice rectiligne double.

Si l'on écrit l'équation générale d'une surface du quatrième degré, et si l'on exprime que l'axe des z en est une directrice double, on trouve que treize termes doivent manquer dans l'équation, et la surface renferme encore vingt et un paramètres arbitraires. Son équation peut s'écrire

$$\begin{aligned} &ax^4 + 4bx^3y + 6cx^2y^2 + 4dxy^3 + ey^4 + 4fy^3z + 6gy^2z^2 \\ &+ 6hz^2x^2 + 4lzx^3 + 12mx^2yz + 12nxy^2z + 12pxyz^2 + 4qx^3 \\ &+ 12rx^2y + 12sxy^2 + 4ty^3 + 12uy^2z + 12vzx^2 + 24wxyz \\ &\qquad + 6\alpha x^2 + 6\beta y^2 + 12\gamma xy = 0 \qquad (9) \end{aligned}$$

Tout plan passant par l'axe des z coupera la surface suivant une conique, et l'on peut se proposer de chercher s'il n'existe pas une surface du second degré

$$\begin{aligned} &Ax^2 + By^2 + Cz^2 + 2Lyz + 2Mzx + 2Nxy + 2Px + 2Qy \\ &+ 2Rz + D = 0 \end{aligned}$$

telle que la section de cette surface par le plan considéré soit harmoniquement circonscrite à la section de la quartique par le même plan(*). Soit alors

$$\frac{x}{\cos\varphi} = \frac{y}{\sin\varphi} = \rho$$

l'équation du plan ; si l'on remplace x et y par leurs valeurs dans l'équation de la quartique, il vient en divisant par ρ^2

$$\begin{aligned}
&(a\cos^4\varphi + 4\,b\cos^3\varphi\sin\varphi + 6\,c\cos^2\varphi\sin^2\varphi + 4\,d\cos\varphi\sin^3\varphi + e\sin^4\varphi)\rho^2\\
&\quad + 4\,(l\cos^3\varphi + 3m\cos^2\varphi\sin\varphi + 3\,n\cos\varphi\sin^2\varphi + f\sin^3\varphi)\,\rho z\\
(10)\;&\quad + 6\,(h\cos^2\varphi + 2\,p\cos\varphi\sin\varphi + g\sin^2\varphi)\,z^2\\
&\quad + 4\,(q\cos^3\varphi + 3\,r\cos^2\varphi\sin\varphi + 3\,s\cos\varphi\sin^2\varphi + t\sin^3\varphi)\,\rho\\
&\quad + 12\,(v\cos^2\varphi + 2\,w\sin\varphi\cos\varphi + u\sin^2\varphi)\,z\\
&\quad + 6\,(\alpha\cos^2\varphi + 2\,\gamma\cos\varphi\sin\varphi + \beta\sin^2\varphi) = 0
\end{aligned}$$

équation entre ρ et z qui représente dans son plan la conique d'intersection du plan et de la quartique. On a de même la courbe d'intersection du plan et de la quadrique :

$$\begin{aligned}
&[\mathrm{A}\cos^2\varphi + 2\,\mathrm{N}\cos\varphi\sin\varphi + \mathrm{B}\sin^2\varphi]\,\rho^2 + 2\,(\mathrm{M}\cos\varphi + \mathrm{L}\sin\varphi)\,\rho z\\
&\qquad + \mathrm{C}z^2 + 2\,(\mathrm{P}\cos\varphi + \mathrm{Q}\sin\varphi)\,\rho + 2\,\mathrm{R}z + \mathrm{D} = 0 \qquad (11)
\end{aligned}$$

Si l'on désigne respectivement les coefficients de la première pour rappeler leur degré en $\cos\varphi$ et $\sin\varphi$ par

$$\chi_4(\cos\varphi, \sin\varphi),\ \chi_3(\cos\varphi, \sin\varphi),\ \chi_2(\cos\varphi, \sin\varphi),\ \psi_3(\cos\varphi, \sin\varphi),$$
$$\psi_2(\cos\varphi, \sin\varphi),\ \omega_2(\cos\varphi, \sin\varphi)\,;$$

on sait que la condition pour que la seconde courbe soit harmoniquement circonscrite à la première est la suivante (**)

$$\begin{aligned}
&(\chi_2\omega_2 - \psi_2^2)\,(\mathrm{A}\cos^2\varphi + 2\,\mathrm{N}\cos\varphi\sin\varphi + \mathrm{B}\sin^2\varphi) + (\omega_2\chi_4 - \psi_3^2)\,\mathrm{C}\\
&+ (\chi_4\chi_2 - \chi_3^2)\,\mathrm{D} + 2\,(\psi_3\chi_3 - \chi_4\psi_2)\,\mathrm{R} + 2(\chi_3\psi_2 - \chi_2\psi_3)\,(\mathrm{P}\cos\varphi + \mathrm{Q}\sin\varphi)\\
&+ 2\,(\psi_2\psi_3 - \omega_2\chi_3)\,(\mathrm{M}\cos\varphi + \mathrm{L}\sin\varphi) = 0 \qquad (12)
\end{aligned}$$

On voit que cette condition est homogène et du sixième degré en $\sin\varphi$ et $\cos\varphi$; si elle doit être remplie quel que soit φ, on aura donc sept relations linéaires par rapport aux coefficients de la quadrique ; ce qui prouve qu'il y a une infinité de surfaces du second degré répondant à la question et que ce sont les quadriques d'un réseau (système linéaire de quadriques ayant huit points communs).

(*) On sait qu'une conique est harmoniquement circonscrite à une autre lorsqu'elle est circonscrite à un et par suite à une infinité de triangles conjugués de l'autre conique. Dans les mêmes circonstances, la seconde conique est harmoniquement inscrite à la première, c'est-à-dire qu'elle est inscrite dans un et par suite dans une infinité de triangles conjugués de la première. (Smith, *On some geometrical constructions*, *Proceedings of the London mathematical Society*, n° 14, p. 85).

(**) *Comptes rendus du Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences à Lille*, pages 1207 et suivantes.

Si l'on exprime que la conique (10) se réduit à deux droites, on a la condition

$$\begin{vmatrix} \chi_1 & \chi_3 & \psi_3 \\ \chi_3 & \chi_2 & \psi_2 \\ \psi_3 & \psi_2 & \omega_2 \end{vmatrix} = 0 \qquad (13)$$

qui est du huitième degré en $\operatorname{tg}\varphi$ et fournira, par conséquent, toujours huit directions, réelles ou imaginaires, même si elle admet des racines infinies. L'on conclut de là que par la droite double on peut mener huit plans tangents à la quartique (*). Dans chacun d'eux on a une conique, réduite à deux droites, harmoniquement inscrite aux coniques d'un réseau; toutes les coniques et par suite toutes les surfaces du réseau passent conséquemment par le point d'intersection des deux droites, qui est le point de contact du plan avec la quartique (**). L'on voit par là quels sont les huit points communs aux surfaces du réseau; et, au besoin, il est démontré que les sept conditions auxquelles ces surfaces sont assujetties sont en général distinctes; car, si elles ne l'étaient pas, ces surfaces formeraient système linéaire d'ordre supérieur au second et n'auraient pas huit points communs. Nous énoncerons donc le théorème suivant :

Si une quartique possède une directrice rectiligne double, les huit points de contact des huit plans tangents à la surface par cette droite sont les huit points communs à trois surfaces du second degré, et déterminent un réseau de quadriques tel que tout plan passant par la droite coupe la quartique suivant une conique harmoniquement inscrite au réseau des coniques suivant lesquelles le même plan coupe les quadriques.

Réciproquement, si l'on se donne pour une surface quartique une droite double, et sept des plans tangents passant par cette droite ainsi que leurs points de contact, le huitième en résultera par le théorème précédent et l'on aura trente-quatre conditions linéaires, qui détermineront, en général, la surface d'une façon unique. La conique d'intersection de la surface avec un plan quelconque passant par la droite double sera alors l'une des coniques du réseau tangentiel, contravariant (***)

(*) On sait plus généralement que si une surface de degré n admet une directrice multiple d'ordre $n-2$, on peut lui mener par cette droite $3n-4$ plans tangents (Stürm, *Ueber die Flächen mit einer endlichen Zahl von einfachen Geraden, vorzugsweise die der vierten und fünften Ordnung*, Mathematische Annalen, t. IV, 1871, p. 249).

(**) Lorsque la conique harmoniquement inscrite se réduit à deux droites, la conique harmoniquement circonscrite passe par leur point d'intersection, à moins que les deux droites ne se confondent.

(***) Deux systèmes de coniques sont dits *contravariants* lorsque toutes les courbes de l'un sont harmoniquement circonscrites à toutes celles de l'autre, lesquelles sont, par conséquent, harmoniquement inscrites à toutes celles du premier. L'équation des courbes de l'un en coordonnées ordinaires, celle des courbes de l'autre en coordonnées tangentielles est linéaire par rapport aux arbitraires dont le nombre total est quatre; le premier est ponctuel, le second est

du réseau ponctuel déterminé par le plan dans le réseau des quadriques qui passent par les huit points de contact.

Ce sujet nous ramène à un mode de génération que nous avons démontré pour toutes les surfaces du troisième degré (*) et sur lequel il est nécessaire de revenir en vue de l'étude d'une classe particulière de surfaces du quatrième degré à directrice double. Ce mode de génération est le suivant :

Toute surface du troisième degré peut être considérée comme le lieu de la conique harmoniquement inscrite aux coniques du système linéaire, obtenu en coupant par un plan tournant autour d'une droite fixe des surfaces du second degré ayant cinq points communs. La droite fixe est une des vingt-sept directrices de la surface, et les cinq points communs sont les points de contact des cinq plans tangents que l'on peut mener par la droite à la surface.

Remarquons d'abord que ce théorème peut se démontrer immédiatement par des considérations analogues aux précédentes. Soit, en effet,

$$ax^3+3bx^2y+3cxy^2+dy^3+3ey^2z+3fyz^2+3gz^2x+3hzx^2+6lxyz$$
$$+3mx^2+3ny^2+6pxy+6qyz+6rzx+3sx+3ty=0$$

l'équation d'une surface cubique contenant l'axe des z ; si on la coupe par un plan

$$\frac{x}{\cos\varphi}=\frac{y}{\sin\varphi}=\rho$$

passant par cette droite, on obtient pour l'équation de la courbe d'intersection dans son plan

$$\begin{aligned}(a\cos^3\varphi+3b\cos^2\varphi\sin\varphi+3c\cos\varphi\sin^2\varphi+d\sin^3\varphi)\rho^2\\ +3(h\cos^2\varphi+2l\cos\varphi\sin\varphi+e\sin^2\varphi)\,\rho z\\ +3(g\cos\varphi+f\sin\varphi)\,z^2+(3m\cos^2\varphi+2p\cos\varphi\sin\varphi+n\sin^2\varphi)\,\rho\\ +6(r\cos\varphi+q\sin\varphi)\,z\\ +3\,(s\cos\varphi+t\sin\varphi)=0\end{aligned}\qquad(14)$$

Désignons les différents coefficients de cette équation, fonctions de φ, par

$$\chi_3(\cos\varphi,\ \sin\varphi),\ \chi_2(\cos\varphi,\ \sin\varphi),\ \chi_1(\cos\varphi,\ \sin\varphi),\ \psi_2,(\cos\varphi,\sin\varphi),$$
$$\psi_1(\cos\varphi,\ \sin\varphi),\ \omega_1(\sin\varphi,\ \cos\varphi).$$

tangentiel : tout système linéaire, soit ponctuel, soit tangentiel, admet un système contravariant. (Voir Smith, *loco citato* ; voir aussi notre *Étude géométrique des systèmes linéaires de coniques*, Gauthier-Villars, 1872, et notre mémoire déjà cité, *comptes rendus du Congrès de Lille*). Il résulte de là que les trente-quatre conditions qui déterminent la quartique sont distinctes, car si elles ne l'étaient pas, elles détermineraient un système linéaire ponctuel de quartiques, puisqu'elles sont linéaires en coordonnées ordinaires, lequel serait coupé par un plan passant par la directrice double suivant un système linéaire *ponctuel* de coniques, qui seraient toutes harmoniquement inscrites à toutes les coniques d'un réseau *ponctuel*, ce qui est impossible.

(*) *Bulletin de la Société mathématique de France, loco citato.*

nous aurons, pour que cette conique soit harmoniquement inscrite à la conique (11), la condition (12), dans laquelle il suffira de diminuer d'une unité les indices des fonctions χ, ψ, ω. Il en résulte qu'elle sera du quatrième degré en tg φ, et que, pour être remplie identiquement, elle donnera lieu à cinq conditions linéaires par rapport aux coefficients de la quadrique, ce qui prouve qu'il y a une infinité de surfaces de second degré répondant à la question, et que ce sont les quadriques d'un système linéaire Σ, du quatrième ordre (à quatre arbitraires).

Si l'on exprime que la conique (14) se réduit à deux droites, on a la condition (13), dans laquelle les indices sont diminués d'une unité, et qui est alors du cinquième degré en tg φ : on trouve ainsi les cinq plans tangents menés par l'axe des z à la surface, et l'on voit, pour les mêmes raisons que plus haut, que toutes les surfaces du système Σ doivent passer par les cinq points de contact : on a donc affaire à un système linéaire particulier de quatrième ordre. L'on voit en même temps que les cinq conditions auxquelles sont assujetties les surfaces du système sont bien distinctes. Ainsi, le mode de génération est démontré.

Nous reviendrons néanmoins sur la démonstration que nous en avons donnée, à cause de ses conséquences relatives aux surfaces du quatrième degré à directrice double, et nous saisirons cette occasion de donner une démonstration géométrique du théorème suivant, qui nous a servi de point de départ :

Le lieu de la conique harmoniquement inscrite aux coniques d'intersection par un plan tournant autour d'une droite fixe de toutes les quadriques d'un système linéaire du quatrième ordre (*) est, en général, une surface du huitième degré, dont la droite fixe est directrice singulière du sixième ordre, et possédant en général dix directrices singulières, tout le long desquelles le plan tangent est le même.

Pour démontrer ce théorème, rappelons que les quadriques d'un système linéaire du quatrième ordre, qui sont celles dont l'équation générale renferme linéairement quatre paramètres variables, comprennent une infinité de cônes dont un a pour sommet un point donné de l'espace. Considérons alors, dans un plan P, une droite D, et cherchons l'enveloppe dans ce plan des droites G et H, suivant lesquelles le plan P est coupé par le cône variable du système dont le sommet parcourt la droite D. Un point M de la droite D étant le sommet d'un seul cône du système, il suffit de chercher le nombre de fois que la droite D est

(*) Ces quadriques sont coupées par un plan suivant les coniques d'un système ponctuel du quatrième ordre, dont le système contravariant est, par suite, d'ordre zéro, et se réduit à une conique qui est la conique harmoniquement inscrite à cinq coniques quelconques du système ; c'est elle qui engendre le lieu.

tangente à l'enveloppe, pour en avoir la classe; or, les surfaces du système qui passent par D forment un système à une arbitraire, ou faisceau, qui, dans ce cas particulier, ne comprend que deux cônes, puisque les surfaces dont il se compose ont une droite commune; il y a donc dans le système primitif deux cônes passant par la droite D, laquelle est dès lors tangente double de l'enveloppe cherchée; comme par chaque point de D, on peut encore mener deux tangentes G et H à l'enveloppe, celle-ci est de la quatrième classe: ayant une tangente double, elle est du dixième degré, et la tangente double, en dehors des points de contact, la rencontre en six points, pour lesquels les droites G et H coïncident, c'est-à-dire pour lesquels le cône du système est tangent au plan P.

Ainsi nous voyons d'abord que :

L'enveloppe des droites suivant lesquelles un plan est coupé par les cônes du système qui ont leur sommet sur une droite de ce plan est une courbe de la quatrième classe et du dixième degré.

Le lieu des points d'un plan pour lesquels le cône du système qui a ce point pour sommet est tangent au plan est une courbe du sixième degré (*).

Corrélativement:

L'enveloppe des plans passant par un point donné pour lesquels la conique d'un système tangentiel du quatrième ordre, qui est située dans ce plan, passe par le point donné, est un cône de la sixième classe.

Or, la conique qui engendre le lieu dont nous recherchons le degré, est dans chaque position du plan mobile la conique du système tangentiel contravariant du système considéré; il y aura donc six positions du p an mobile autour de la droite fixe, pour lesquelles elle passera par un point donné de cette droite, qui sera dès lors une directrice singulière du sixième ordre du lieu cherché; et comme en dehors de cette droite le lieu ne possède qu'une conique dans le plan, il en résulte que le lieu est du huitième degré.

Rappelons maintenant qu'il peut arriver, pour certains plans de l'espace, que la conique située dans le plan, et harmoniquement inscrite aux surfaces du système donné, se réduise à deux droites confondues en une seule, qui coupe alors suivant des points en involution les surfaces du système; et que le lieu de ces droites est une surface réglée du dixième degré et par suite de dixième classe, S_{10} (**). Il y aura donc

(*) Nous avons fait voir dans une note qui sera publiée à la suite de la traduction française de la géométrie analytique à trois dimensions de M. Salmon, que cette courbe a dix points doubles et par suite est unicursale. Elle ne saurait donc être de degré inférieur à six, ce qui arriverait si l'enveloppe de quatrième classe était de degré inférieur à dix, comme on pourrait le croire au cas où cette enveloppe aurait plus d'une tangente double.

(**) Darboux, *Bulletin des sciences mathématiques et astronomiques*, t. I, p. 357.

dix génératrices de cette surface qui couperont la droite fixe autour de laquelle tourne le plan mobile, et, par suite, dix positions du plan mobile pour lesquelles la conique génératrice de la surface se réduit à deux droites confondues, et tout le long desquelles le plan tangent sera le même. L'on obtient ainsi dix des plans tangents menés par la droite fixe à la surface du huitième degré S_8. En vertu d'une formule rappelée plus haut, ces plans sont en nombre égal à *vingt*, mais chacun des précédents compte pour deux, et il ne saurait y avoir d'autres plans passant par la directrice double et coupant la surface suivant deux droites : il n'y a pas, en effet, d'autre position du plan mobile pour laquelle la conique génératrice se réduise à deux droites confondues, et l'on sait que si une conique harmoniquement inscrite à une autre se réduit à deux droites, il doit arriver ou que les droites se confondent ou que l'autre conique passe par leur point de rencontre ; or, ce dernier cas ne se présente pour aucune position du plan mobile, puisqu'en général les surfaces du système n'ont aucun point commun.

Supposons maintenant que les quadriques du système aient p points communs ($p \leq 5$) ; alors tout est changé. Toute droite passant par l'un d'eux coupe les surfaces du système suivant une involution à points doubles confondus ; ce point fait donc partie à titre de surface tangentielle de la surface S_{10}, dont la classe, et par suite le degré, s'abaissera : le calcul fait voir que l'un et l'autre s'abaissent de deux unités par point ; la surface sera donc de degré $10 - 2p$. D'ailleurs, le plan passant par la droite fixe et par ce point fait tout entier partie de la surface S_8, laquelle devient de degré $8 - p$; et le nombre des plans tangents qu'on peut lui mener par la droite fixe s'abaisse à $20 - 3p$; ce sont d'abord les $10 - 2p$ plans passant par la droite fixe et les génératrices de S_{10} rencontrées par cette droite, plans qui sont respectivement tangents le long de ces génératrices et qui comptent chacun pour deux, soit $20 - 4p$; ce sont ensuite les p plans passant par la droite fixe et par chacun des points communs aux surfaces du système, dans chacun desquels la conique harmoniquement inscrite se réduit à deux droites distinctes dont le point d'intersection est le point commun aux quadriques.

Si l'on fait $p = 5$, la surface S_8 devient du troisième degré et n'admet plus la droite fixe qu'au degré de multiplicité *un*.

L'on voit que tout plan passant par cette droite, la coupe en outre, suivant la conique, située dans ce plan, harmoniquement inscrite à toutes les quadriques qui passent par les cinq points de contact des plans tangents menés par la droite. Nous avons conclu par une réciproque notre mode de génération. Il n'y a pas alors, en dehors des droites passant par l'un des cinq points, de droites coupant les surfaces du système suivant des points en involution.

Si l'on fait $p = 4$, la surface S_8 ne s'abaisse qu'au quatrième degré, admet la droite fixe au degré de multiplicité *deux* et rentre dans la catégorie de celles que nous étudions. Mais l'on voit que ce n'est pas la quartique générale à directrice double, puisque quatre des plans tangents menés par cette droite sont confondus deux par deux et sont alors tangents tout le long d'une droite. Le théorème général, énoncé plus haut sur ces surfaces ne subsiste pas, puisque l'on voit que les quadriques répondant à la question sont, non plus les quadriques d'un réseau, mais celles d'un système du quatrième ordre. Cela tient à ce que les sept équations dont dépendent leurs coefficients ne sont plus distinctes, mais se réduisent à cinq : nous avions admis en effet, pour faire voir qu'elles sont distinctes, que les plans tangents menés à la surface par la droite fixe étaient eux-mêmes distincts (*).

Si l'on fait $p = 3$, la surface S_8 s'abaisse au cinquième degré et admet la droite fixe pour directrice triple. Nous n'avons pas considéré cette catégorie de surfaces ; mais en leur appliquant le calcul qui nous a déjà servi pour les cubiques, et les quartiques à directrice double, on arriverait immédiatement au théorème suivant :

Si une surface du cinquième degré possède une directrice triple, les points de contact des onze plans tangents qu'on peut lui mener par cette droite sont, en général, sur une même surface du second degré, qui est telle que la conique, suivant laquelle un plan quelconque par la droite rencontre la quintique, est harmoniquement inscrite à celle suivant laquelle il rencontre la quadrique.

Ce théorème cesse d'être vrai pour la quintique particulière à laquelle donne lieu la surface S_8 pour $p = 3$, parce que huit des onze plans tangents sont confondus deux par deux et sont tangents tout le long d'une droite. Le point de contact n'appartient plus alors nécessairement à la quadrique cherchée et les neuf équations qui déterminent ses coefficients peuvent n'être plus distinctes.

(*) D'après ce qui a été dit plus haut, la surface S_{16} doit, dans ce cas, devenir du second degré. M. Darboux nous en a communiqué une élégante démonstration que nous reproduisons. Si l'on assujettit les surfaces du système à passer par trois points, on obtient un faisceau ; si les trois points sont pris dans le plan de trois des quatre points communs, ce plan fera partie de chaque surface du faisceau dont le reste sera un plan variable tournant autour d'une droite fixe passant par le quatrième point commun. Cette droite sera rencontrée par toute génératrice de S_{16}, sans quoi, plusieurs couples de points de l'involution ayant un seul point commun, les points doubles seraient confondus, ce qui ne saurait arriver en général. La droite qui engendre la surface S_{16} rencontrera de même trois autres droites fixes issues respectivement de chacun des autres points communs ; elle engendre donc une surface du second degré.

Il est d'ailleurs facile de voir directement que ces quatre droites sont sur un même hyperboloïde à une nappe, car elles joignent respectivement les sommets correspondants du tétraèdre des quatre points et de son tétraèdre polaire par rapport à la quadrique à laquelle les quadriques du système, qui ont déjà quatre points communs, doivent, pour former système du quatrième ordre, être harmoniquement circonscrites.

VII. — Étude d'une classe particulière de surfaces du quatrième degré a directrice double.

L'équation (9) représente la surface générale du quatrième degré qui a pour directrice double l'axe des z.

Le cône du second degré tangent à la surface à l'origine se réduit au système de deux plans

$$\alpha x^2 + 2\gamma xy + \beta y^2 = 0.$$

Il se réduit de même à deux plans pour un point quelconque de la directrice double. Si l'on transporte, en effet, l'origine des coordonnées au point de l'axe des z pour lequel

$$z = z_1$$

l'équation

$$f(x.y.z) = 0$$

devient

$$f(x, y. z + z_1) = 0$$

dans laquelle l'ensemble des termes de degré inférieur donne

$$(hx^2 + 2pxy + gy^2) z_1^2 + 2(vx^2 + 2wxy + uy^2) z_1 + \alpha x^2 + 2\gamma xy + \beta y^2 = 0$$

qui représente un système de deux plans. Si l'on y remplace x par $\cos\varphi$ et y par $\sin\varphi$, cette équation donnera les angles que font ces plans avec le plan des zx. Si d'autre part, on fait $\rho = 0$ dans l'équation (10), on obtient le même résultat. On peut donc dire que l'équation

$$(h\cos^2\varphi + 2p\cos\varphi\sin\varphi + g\sin^2\varphi) z^2 + 2(v\cos^2\varphi + 2w\cos^2\varphi\sin\varphi + u\sin^2\varphi) z + \alpha\cos^2\varphi + 2\gamma\cos\varphi\sin\varphi + \beta\sin^2\varphi = 0 \qquad (15)$$

fournit soit les directions des plans tangents en fonction de l'ordonnée du point de contact, soit les ordonnées des points d'intersection avec l'axe des z de la conique génératrice de la surface en fonction de l'angle du plan de la conique avec le plan des zx. A une valeur de z, correspondent deux valeurs de φ, et à une valeur de φ correspondent deux valeurs de z, mais il n'arrivera pas, en général, que les z et les φ se correspondent par couples, en ce sens, que si l'on considère, par exemple, les deux valeurs de φ qui correspondent à une même valeur de z, les deux valeurs de z correspondant à chacune d'elles ne sont pas les mêmes. On peut chercher la condition pour qu'il en soit ainsi. Supposons

$$\alpha = 0$$

Alors les deux valeurs de φ correspondant à l'origine sont en faisant $z = 0$

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = 0 \qquad \operatorname{tg} \varphi_2 = -\frac{2\gamma}{\beta}$$

D'autre part les deux valeurs de z correspondant à

$$\operatorname{tg} \varphi = 0$$

sont données par

$$h z^2 + 2 v z = 0$$

c'est-à-dire

$$z_1 = 0 \qquad z_2 = -\frac{2v}{h}$$

Les deux valeurs de z correspondant à la seconde valeur de $\operatorname{tg} \varphi$, s'obtiennent en remplaçant dans (15) $\operatorname{tg} \varphi$ par $-\frac{2\gamma}{\beta}$, c'est-à-dire, en remarquant que pour cette valeur les termes indépendants de z s'annulent, par l'équation

$$(h\beta^2 - 4p\beta\gamma + 4g\gamma^2) z^2 + 2(v\beta^2 - 4w\beta\gamma + 4u\gamma^2) z = 0$$

d'où

$$z_3 = 0 \qquad z_4 = -2\,\frac{v\beta^2 - 4w\beta\gamma + 4u\gamma^2}{h\beta^2 - 4p\beta\gamma + 4g\gamma^2}$$

La condition cherchée s'obtiendra donc en égalant z_2 et z_4 ce qui donne

$$v(h\beta^2 - 4p\beta\gamma + 4g\gamma^2) = h(v\beta^2 - 4w\beta\gamma + 4u\gamma^2)$$

ou, en rejetant la solution

$$\gamma = 0$$

pour laquelle $\varphi_1 = \varphi_2$

$$v(g\gamma - p\beta) = h(u\gamma - w\beta)$$

c'est-à-dire

$$\begin{vmatrix} h & p & g \\ v & w & u \\ 0 & \gamma & \beta \end{vmatrix} = 0$$

On vérifie d'ailleurs facilement que le déterminant

$$\begin{vmatrix} h & p & g \\ v & w & u \\ \alpha & \gamma & \beta \end{vmatrix}$$

est un invariant relatif à toute transformation de coordonnées dans laquelle l'axe des z ne cesserait pas d'être la directrice double, par conséquent à tout changement des plans des zx et des zy qui aurait pour but de rétablir le terme en x^2 dont le coefficient α a été supposé nul. L'on peut donc dire que :

La condition nécessaire et suffisante pour que les deux coniques d'intersection de la surface par les deux plans tangents en un point quelconque de la directrice double se coupent en deux points de cette directrice,

ou encore

pour que ces deux coniques puissent être placées sur une surface du second degré,

ou encore

pour que les couples de plans tangents menés à la surface par les deux points d'intersection de la directrice double avec une conique quelconque de la surface soient les mêmes,

est

$$\begin{vmatrix} h & p & g \\ v & w & u \\ \alpha & \gamma & \beta \end{vmatrix} = 0$$

Dans les mêmes circonstances, les couples de plans tangents menés à la surface par les différents points de la directrice double forment un faisceau en involution, et les couples de points d'intersection de cette droite avec les coniques de la surface sont en involution. Si l'on substitue, en effet, dans l'équation (15) trois valeurs arbitraires de φ: φ_1, φ_2 et φ_3, et si l'on exprime que les trois couples de z correspondant fournissent six points en involution, il vient

$$\begin{vmatrix} h\cos^2\varphi_1+2p\cos\varphi_1\sin\varphi_1+g\sin^2\varphi_1 & v\cos^2\varphi_1+2w\cos\varphi_1\sin\varphi_1+u\sin^2\varphi_1 & \alpha\cos^2\varphi_1+2\gamma\cos\varphi_1\sin\varphi_1+\beta\sin^2\varphi_1 \\ h\cos^2\varphi_2+2p\cos\varphi_2\sin\varphi_2+g\sin^2\varphi_2 & v\cos^2\varphi_2+2w\cos\varphi_2\sin\varphi_2+u\sin^2\varphi_2 & \alpha\cos^2\varphi_2+2\gamma\cos\varphi_2\sin\varphi_2+\beta\sin^2\varphi_2 \\ h\cos^2\varphi_3+2p\cos\varphi_3\sin\varphi_3+g\sin^2\varphi_3 & v\cos^2\varphi_3+2w\cos\varphi_3\sin\varphi_3+u\sin^2\varphi_3 & \alpha\cos^2\varphi_3+2\gamma\cos\varphi_3\sin\varphi_3+\beta\sin^2\varphi_3 \end{vmatrix} = 0$$

ou

$$\begin{vmatrix} h & p & g \\ v & w & u \\ \alpha & \gamma & \beta \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} \cos^2\varphi_1 & \cos\varphi_1\sin\varphi_1 & \sin^2\varphi_1 \\ \cos^2\varphi_2 & \cos\varphi_2\sin\varphi_2 & \sin^2\varphi_2 \\ \cos^2\varphi_3 & \cos\varphi_3\sin\varphi_3 & \sin^2\varphi_3 \end{vmatrix} = 0$$

Le second déterminant ne pouvant être nul si les valeurs φ_1, φ_2, φ_3 sont distinctes, la condition se réduit à

$$\begin{vmatrix} h & p & g \\ v & w & u \\ \alpha & \gamma & \beta \end{vmatrix} = 0$$

On arriverait à la même relation en exprimant que les trois couples de plans correspondant à trois valeurs arbitraires de z sont en involution.

Nous nous proposons d'étudier la quartique particulière, à directrice double, pour laquelle cette condition est remplie : nous lui donnerons le nom de *quartique involutive*.

THÉORÈME. — *Le lieu des courbes d'intersection des couples de plans d'un faisceau en involution avec les surfaces du second degré d'un faisceau ponctuel homographique au faisceau de plans, est une quartique involutive dont l'axe du faisceau de plans est la directrice double et passant par la biquadratique, base du faisceau ponctuel.*

Soient en effet

$$P_1 + \lambda P_2 = 0$$

l'équation générale des couples de plans d'un faisceau en involution, dont l'axe est l'axe des z, dans laquelle, par conséquent, P_1 et P_2 sont des fonctions homogènes du second degré en x et y, et

$$S_1 + \mu S_2 = 0$$

l'équation générale des surfaces du second degré d'un faisceau ponctuel. Ces deux faisceaux seront homographiques si l'on a la relation

$$\alpha\lambda\mu + \beta\lambda + \gamma\mu + \delta = 0$$

Eliminant λ et μ entre ces trois équations, on obtient

$$\alpha P_1 S_1 - \beta P_1 S_2 - \gamma P_2 S_1 + \delta P_2 S_2 = 0$$

équation d'une quartique qui passe deux fois par la droite d'intersection des plans P_1 et P_2, une fois par la courbe d'intersection des surfaces S_1 et S_2, et qui est involutive par sa définition même.

Réciproquement, *toute quartique involutive peut être engendrée d'une infinité de manières*, comme il vient d'être dit. Considérons en effet les deux coniques suivant lesquelles deux plans conjugués passant par la directrice double rencontrent la surface ; par ces deux coniques faisons passer une surface du second degré, ce qui est possible d'une infinité de manières puisqu'elles se coupent en deux points de la directrice double : cette surface coupera encore la quartique suivant une courbe gauche du quatrième degré, intersection de deux surfaces du second degré (*), opérons alors avec le faisceau des quadriques qui passent par cette biquadratique et le faisceau des plans tangents menés à la quartique donnée par les différents points de la directrice double, ainsi qu'il a été dit plus haut. Pour établir la correspondance homographique, à trois surfaces S_1, S_2, S_3 du premier faisceau, faisons correspondre les trois couples de plans P_1, P_2 et P_3 du second faisceau renfermant respectivement les couples de coniques suivant lesquelles ces trois surfaces coupent encore

(*) Lorsque la courbe d'intersection de deux surfaces se décompose en deux autres de même degré, elles ont le même nombre de points doubles apparents.

la quartique donnée (*) ; la surface engendrée sera alors une quartique involutive, admettant pour directrice double l'axe du faisceau de plans, passant par la biquadratique base du faisceau des quadriques et ayant en outre six coniques communes avec la quartique donnée, ce qui est beaucoup plus que suffisant pour que les deux surfaces coïncident.

Un exemple contribuera à mettre en lumière les propriétés de cette surface intéressante. Étant donné un faisceau ponctuel de quadriques, un plan quelconque le coupe suivant un faisceau ponctuel de coniques comprenant une hyperbole équilatère ; supposons que le plan tourne autour d'une droite fixe D et proposons-nous de trouver le lieu des hyperboles équilatères des faisceaux de coniques correspondant aux diverses positions du plan mobile. Il est facile de voir que ce lieu est une quartique involutive, dont la directrice double est la droite D. En effet, lorsque le plan tourne, les hyperboles équilatères génératrices ne peuvent se rencontrer que sur la droite D ; chaque plan passant par cette droite ne peut donc couper la surface cherchée que suivant l'hyperbole génératrice et la droite D, dont il suffira dès lors de chercher le degré de multiplicité pour avoir le degré de la surface. Pour cela il faut trouver combien d'hyperboles génératrices passent par un point P de la droite D ; or, par ce point, il passe une seule surface du faisceau ponctuel laquelle renfermera conséquemment les dites hyperboles ; d'ailleurs, par ce point on peut mener deux plans tangents au cône enveloppe des sections équilatères de cette surface ; il y aura donc deux hyperboles génératrices se coupant au point P et la droite est double.

La surface est donc du quatrième degré ; c'est une quartique involutive, car les deux plans tangents en P la coupent suivant deux hyperboles équilatères situées sur une même surface du faisceau ponctuel ; l'on voit d'ailleurs que ces couples de plans tangents forment un faisceau en involution, car ce sont les plans tangents menés par une droite à un faisceau tangentiel de cônes du second degré ayant leur sommet commun en un point de cette droite (**).

La quartique passe par la biquadratique, base du faisceau ponctuel, car toute hyperbole génératrice en renferme quatre points ; et elle ne la contient qu'une fois, car par un point arbitraire de cette courbe et la droite on ne peut mener qu'un plan. La courbe du huitième degré suivant laquelle elle coupe chaque surface du faisceau se compose donc

(*) La biquadratique considérée sur la quartique ne rencontre pas la directrice double ; toute quadrique passant par cette courbe coupera donc encore la quartique suivant une biquadratique ayant deux points doubles en ses points d'intersection avec la directrice double, c'est-à-dire suivant deux coniques. Le cas d'une droite et d'une cubique gauche est impossible.

(**) Nous avons fait voir (*Bulletin de la Société mathém. de France*, t. IV, p. 58) que les cônes, enveloppes respectives des sections équilatères des quadriques d'un faisceau ponctuel, forment faisceau tangentiel.

de la biquadratique et des deux sections équilatères de la surface passant par la droite D.

Il est facile de trouver les huit plans tangents menés à la quartique par sa directrice double. L'un d'eux coupera en effet la surface suivant une hyperbole équilatère réduite à deux droites rectangulaires, et par suite sera tangent à la quadrique correspondante dans le faisceau ponctuel. Il faut donc chercher parmi les plans tangents menés par D aux surfaces du faisceau ponctuel, en même temps qu'aux cônes du second degré C, enveloppes respectives des plans de sections équilatères de ces surfaces, le nombre des coïncidences des plans correspondants. Or, à un plan du premier système correspondent six plans du second; car trois quadriques du faisceau ponctuel sont tangentes à ce plan, et à chacune d'elles correspond un cône auquel on peut mener deux plans tangents par la droite D; de même à un plan du second système correspondent deux plans du premier, puisqu'un seul cône est tangent à ce plan et qu'à ce cône correspond une seule quadrique à laquelle on peut mener deux plans tangents par la droite D. En vertu du principe de correspondance, il y aura donc huit coïncidences.

Cherchons ce qui se passe dans un plan quelconque π. Les éléments de la question dans ce plan, sont :

1° Son point d'intersection A avec la droite D.

2° Le faisceau ponctuel P des coniques suivant lesquelles le plan π coupe les surfaces du faisceau ponctuel.

3° Le faisceau tangentiel T des coniques suivant lesquelles le plan π coupe les cônes C.

A une conique du faisceau P correspond une conique du faisceau T, intersection du plan π par le cône enveloppe des sections équilatères de la quadrique S_2 qui coupe ce plan suivant la première conique, et réciproquement à une conique du faisceau T correspond une conique du faisceau P.

Cela posé, on obtiendra les points de la courbe d'intersection C_4 du plan π avec la quartique en menant du point A des tangentes à une conique du faisceau T et prenant leurs points d'intersection avec la conique correspondante du faisceau P. Ces droites sont, en effet, les traces des plans passant par la droite D et coupant la surface S_2 correspondante suivant une hyperbole équilatère. Les points où ces hyperboles coupent le plan π seront donc sur la courbe d'intersection de ce plan et de la surface S_2. Les deux faisceaux étant homographiques, on reconnaît là le mode de génération qui a été donné pour les courbes du quatrième degré à point double.

En particulier, dans le plan de l'infini, chaque conique du faisceau tangentiel est l'enveloppe des droites qui coupent suivant quatre points

harmoniques le cercle de l'infini et la conique correspondante du faisceau ponctuel, puisque les points à l'infini d'une hyperbole équilatère sont conjugués harmoniques par rapport aux points cycliques. Il en résulte que la conique d'anallagmasie de la courbe à l'infini C_4 de la quartique est le cercle de l'infini.

Considérons la direction de plans déterminée par la droite du plan de l'infini qui est la polaire par rapport au cercle de l'infini du point double de la courbe C_4 ; ces plans ne sont autres que les plans perpendiculaires à la directrice double. Nous avons vu, à propos des quartiques planes, que la polaire du point double par rapport à la conique d'anallagmasie est corde commune à cette conique et à la quartique. Donc tous ces plans couperont la surface suivant des courbes qui auront deux points sur le cercle de l'infini, c'est-à-dire suivant des quartiques unicirculaires. L'une d'entre elles est anallagmatique ; car, dans un plan, les deux autres points d'intersection, a et b, avec la quartique de ladite polaire, points situés sur les tangentes au point double, sont sur deux rayons conjugués du faisceau f en involution formé par les couples de tangentes menées du point double aux coniques du faisceau tangentiel ; d'ailleurs pour un plan quelconque, ce faisceau résulte de l'intersection du plan avec le faisceau formé par les couples de plans tangents menés par la directrice double aux cônes C, ou par chaque point de cette droite à la surface quartique. Si maintenant on fait tourner un plan autour de ladite polaire, c'est-à-dire s'il se meut perpendiculairement à la directrice double, les traces sur cette polaire des droites d'intersection du plan avec les deux plans tangents issus du point où il rencontre la directrice double seront successivement les rayons conjugués du faisceau f, et il y aura un couple de plans pour lesquels ils coïncideront avec les points a et b. La quartique étant involutive, ces deux plans ont deux points de contact ; l'un est à l'infini puisque, par hypothèse, leurs traces sur le plan de l'infini sont les tangentes au point double de la courbe à l'infini de la surface ; l'autre est à distance finie, et la section plane de la surface, passant par ce point perpendiculairement à la directrice double, est anallagmatique ; puisqu'elle est unicirculaire et que les tangentes au point double sont parallèles aux asymptotes. Ainsi *la quartique possède une section plane anallagmatique située dans le plan mené perpendiculairement à la directrice double par le centre de l'involution déterminée sur cette droite par les couples de plans tangents menés à la surface par ses différents points.*

On sait (*) qu'une surface de degré n, à directrice multiple d'ordre $n-2$, coupée conséquemment suivant une conique par tout plan mené par cette directrice, admet n sections équilatères. La quartique involu-

(*) Salmon, *loco citato*, p. 259.

tive générale admettra donc généralement quatre sections équilatères, comme on peut d'ailleurs le vérifier en exprimant que la conique (10) est une hyperbole équilatère. Si elle en admet cinq, elle en admettra une infinité et toutes les sections planes menées par la directrice double seront équilatères ; elle deviendra la *quartique involutive équilatère* que nous venons d'étudier, et dont la plupart des propriétés peuvent d'ailleurs, par une transformation homographique, devenir des propriétés non moins intéressantes de la quartique involutive générale.

M. A. MANNHEIM

Chef d'escadron d'artillerie, Professeur à l'École polytechnique.

TRANSFORMATION PAR POLAIRES RÉCIPROQUES D'UN PINCEAU DE NORMALES ET EXTENSIONS.

— *Séance du 27 août 1878.* —

La polaire réciproque d'un pinceau est un pinceau ; les foyers et les plans focaux de ce dernier pinceau correspondent aux plans focaux et aux foyers du pinceau transformé.

Nous allons prendre en particulier un pinceau de normales et chercher d'abord la propriété correspondante à celle-ci : *Les plans focaux d'un pinceau de normales sont rectangulaires*.

Soit (A) la surface polaire de la surface dont on considère un pinceau de normales. Prenons un point a sur cette surface et le plan (T) qui lui est tangent en ce point. Du centre o de la sphère directrice, par rapport à laquelle on effectue la transformation, menons un plan perpendiculaire à oa. Ce plan coupe (T) suivant une droite G.

Lorsqu'on considère toutes les positions que peut prendre a autour de sa première situation, on aura une infinité de droites telles que G formant un pinceau [G] qui correspond à un pinceau de normales.

Il résulte tout de suite de la propriété que nous transformons que si f_1 et f_2 sont sur G les foyers de [G] *l'angle* f_1of_2 *est droit*. Complétons ce résultat en transformant cette propriété. *Les plans focaux du pinceau de normales à une surface contiennent les axes d'une indicatrice de cette surface*.

On sait que deux tangentes conjuguées ont pour polaires deux tangentes conjuguées. Les polaires af_1, af_2 des axes de l'indicatrice *sont alors deux tangentes conjuguées de* (A). Nous pouvons dire alors en

réunissant ce résultat à celui qui précède : *Les foyers du pinceau* [G] *sont les points de rencontre de* G *et des deux tangentes conjuguées de* (A) *qui sont vues de* o *sous un angle droit.*

Du point o comme centre, décrivons une sphère. Au point b où elle coupe oa, menons lui un plan tangent. Ce plan, parallèle au plan (o, G) coupe (T) suivant G′. Cette droite, parallèle à G, engendre un pinceau [G′] pendant que G engendre [G].

Nous allons étendre à ce pinceau [G′] le résultat obtenu précédemment.

Lorsque G engendre un élément de surface développable, le plan (o, G) a pour caractéristique of_1, par exemple. Le plan (b, G'), tangent à la sphère en b, et qui est parallèle au plan (o, G), a pour caractéristique la droite bf'_1, qui est parallèle à of_1. Le point f'_1, où cette caractéristique rencontre G′ n'est autre que le point de contact du plan (b, G') et de l'élément de surface (G′) engendré par G′ pendant que G engendre un élément de surface développable.

Le plan (T) déplacé en même temps que G a pour caractéristique af'_1. Il touche alors aussi en f'_1 la surface (G′).

Le point f'_1 étant le point où deux plans différents touchent (G′) est, sur l'arête de rebroussement de la surface développable engendrée par G′. Nous dirons alors que :

2. *Les foyers du pinceau* [G′], *engendrés en même temps que* [G] *au moyen de plans tangents à la sphère de centre* o, *s'obtiennent en prenant les points de rencontre* f'_1 *et* f'_2 *de deux tangentes conjuguées de* (A) *et tels que l'angle* $f'_1 b f'_2$ *soit droit.*

Si l'on transforme ce résultat par polaires réciproques en plaçant toujours le centre de la sphère directrice au point o, on trouve cette propriété :

3. *On donne une surface* (A′) *et une sphère. On joint par une droite les points de contact de ces surfaces et de plans tangents parallèles. Cette droite engendre un pinceau lorsqu'on fait varier infiniment peu la direction de ces plans tangents. Les plans focaux de ce pinceau contiennent les axes d'une indicatrice de* (A′).

Si la sphère, qui entre dans cet énoncé, a un rayon infini, le pinceau devient un pinceau de normales et l'on retrouve la propriété d'où nous sommes partis.

Le théorème 3 se généralise facilement ainsi :

4. *On donne deux surfaces quelconques* (A′) (B′), *on mène à ces surfaces des plans tangents parallèles entre eux et qui les touchent en* a', b'. *La droite* $a'b'$ *engendre un pinceau, lorsqu'on change infiniment peu la position des plans tangents aux surfaces* (A′) *et* (B′). *Les plans focaux de ce pinceau ont pour traces, sur les plans tangents en* a' *et* b', *des tangentes conjuguées.*

La démonstration directe de cette propriété est très-simple.

En transformant par polaires réciproques le théorème 4 on trouve :

5. *On donne deux surfaces* (A) (B) *et un point o fixe. On mène de ce point une droite qui coupe ces surfaces en a et b et l'on prend la droite* D *suivant laquelle se coupent les plans tangents en a et b à* (A) *et* (B). *Lorsque la droite oa se déplace autour de sa première position* D *engendre un pinceau dont les foyers* f_1 *et* f_2 *sont tels que* af_1, af_2 *et* bf_1, bf_2 *sont des tangentes conjuguées de* (A) *et* (B) :

Reprenons le pinceau [G] transformé d'un pinceau de normales. Nous avons vu (th. I) comment on détermine les foyers de ce pinceau. *Cherchons maintenant ses plans focaux.*

Pour cela nous devons chercher les plans polaires des foyers du pinceau de normales, c'est-à-dire des centres de courbure principaux de la surface que l'on transforme. Les plans f_1oa, f_2oa, (en conservant les notations précédentes), sont respectivement perpendiculaires aux axes de l'indicatrice de cette dernière surface. Ces plans sont alors aussi perpendiculaires aux génératrices des cylindres droits ayant pour sections droites les cercles de courbure des sections déterminées dans cette surface par les plans focaux du pinceau de normales.

Ils coupent alors ces cylindres suivant des cercles égaux à ces cercles de courbures ; ces cylindres se transforment en coniques situées dans les plans f_1oa, f_2oa qui ont pour foyer o et qui sont osculatrices en a à (A). Les grands axes de ces coniques passent par les centres des sections droites des cylindres et les perpendiculaires abaissées de f_1 et de f_2 sur ces axes sont dans les plans polaires demandés. Connaissant les centres de courbure des sections faites dans (A) par les plans f_1oa, f_2oa, on sait construire ces axes, par suite, on a les plans focaux de [G].

Reprenons le pinceau [G′] obtenu en considérant une sphère décrite du point o comme centre et en menant le plan tangent à cette sphère au point b où elle est coupée par la droite oa. Nous avons vu que les foyers de [G] et de [G′] sont sur des droites passant par a. Nous ajouterons que *les plans focaux de ces pinceaux sont parallèles entre eux.*

Nous allons démontrer l'extension suivante de cette propriété:

On donne deux surfaces quelconques (A), (B). *Une normale à* (B) *issue du point b de cette surface rencontre* (A) *au point a. On mène en a et b les plants tangents* (T) *et* (U) *à* (A), (B) *: ces plans se coupent suivant une droite* G. *Prenons une surface* (B′) *parallèle à* (B), *la normale ab la rencontre en b′, l'on mène à* (B′) *le plan tangent* (U′)*: ce plan rencontre* (T) *suivant* G′. *Lorsqu'on déplace a autour de sa position les droites* G, G′ *engendrent des pinceaux* [G], [G′]*: les foyers de ces pinceaux sont sur des droites passant par a et les plans focaux de ces pinceaux sont parallèles entre eux.*

Supposons que G engendre un élément de surface développable en tour-

nant autour de f_1. La caractéristique de (T) est alors f_1a et celle de (U) est f_1b. Le plan (U') étant parallèle à (U) a pour caractéristique une parallèle à f_1b et comme cette droite passe par b' où il touche (B'), c'est la droite qui joint b' au point f'_1 où (U') rencontre f_1a. La surface engendrée par G', pendant le déplacement de G, est touchée par (T) au point de rencontre f'_1 de G' et de la caractéristique f_1a de ce plan. Elle est touchée au même point par (U'), donc G' engendre aussi un élément de surface développable. En outre, comme les droites G et G' sont constamment parallèles entre elles, les plans tangents aux éléments de surface développable engendrés simultanément par G, G' sont parallèles entre eux : ces plans sont les plans focaux des pinceaux [G] [G']. La proposition est donc démontrée.

Ceci est applicable à la surface (B) lieu des intersections successives de sphères de rayons variables dont les centres sont sur une surface (A) et à une surface parallèle de (B). Une sphère variable de centre a touche (B) (qui a deux nappes) en b et b_1, les plans tangents en ces points aux nappes de (B) se coupent en G, les plans tangents à la surface parallèle à (B) se coupent en G' : lorsque l'on prend les sphères dont les centres sont des points de (A) autour de a, G et G' engendrent des pinceaux dont les foyers sont sur des droites passant par a et dont les plans focaux sont parallèles entre eux.

M. A. LAISANT

Docteur ès sciences, Député de la Loire-Inférieure.

SUR UNE GÉNÉRALISATION DE LA DIVISION HARMONIQUE.

— Séance du 27 août 1878. —

Quatre points sur une droite, forment une division harmonique, lorsqu'on a la relation.

$$(1) \qquad \frac{AC}{CB} = \frac{AD}{BD}$$

Si on considère les deux membres de cette relation comme représentant des rapports *géométriques*, la relation devient alors une équipollence, qui exprime que les quatre points forment *sur le plan* ce qu'on peut appeler une division harmonique plane.

Il résulte immédiatement de là que les angles ACB, ADB sont sup-

plémentaires, et que par conséquent les quatre points sont sur une même circonférence. Connaissant A, B, si on construit sur AB comme corde une circonférence quelconque, si on mène le diamètre EF perpendiculaire à AB, et si on joint E, F à un point I quelconque de AB, les points C et D où EI, FI coupent la circonférence, satisfont à la relation harmonique (1).

Cette relation (1) peut prendre diverses formes, qui expriment autant de propriétés géométriques. Par exemple, si C, D, divisent harmoniquement le système A, B, réciproquement A, B, divisent harmoniquement C, D, on a aussi $\frac{1}{AC} + \frac{1}{AD} = \frac{2}{AB}$, ce qui donne une propriété immédiate et très-simple en transformant par inversion par rapport au pôle A ; etc.

En appelant M le milieu de AB, N le milieu de CD, O un point quelconque du plan, on trouve encore

$$OA.\ OB + OC.\ OD = 2\ OM\ ON$$

équipollence fort générale dans sa simplicité, et qui donne lieu à plusieurs conséquences.

Cette considération, nouvelle seulement dans la forme où elle est présentée, permet de résoudre simplement un grand nombre de problèmes, dans le détail desquels nous ne saurions entrer ici.

Indiquons seulement la notion de la *moyenne harmonique* OH d'un certain nombre de droites OA_1 OA_2, OA_3, OA_n, définie par l'équipollence

$$\frac{1}{OA_1} + \frac{1}{OA_2} + \dots + \frac{1}{OA_n} = \frac{n}{OH}$$

et contentons-nous d'énoncer ce théorème, presque intuitif : *si les points* O, A_1, A_2, ... A_n *sont situés sur une même circonférence, le point* H *sera lui-même sur cette circonférence.*

M. HALPHEN

Capitaine d'artillerie, Répétiteur à l'École polytechnique.

SUR LES INVARIANTS DIFFÉRENTIELS DES COURBES GAUCHES.

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. HALPHEN fait l'étude complète des invariants différentiels des courbes gauches, ou des premiers membres des équations différentielles qui expriment les propriétés projectives de courbes gauches. Il montre qu'au-dessous

du septième ordre, il n'existe que deux invariants, l'un du troisième ordre, l'autre du sixième. Le premier invariant, égal à zéro, exprime que la courbe est plane; le second conduit à diverses propriétés dont la comparaison donne lieu à des théorèmes nombreux et très-intéressants, et, par exemple, au suivant : Si les génératrices rectilignes d'une surface développable, appartiennent à un même complexe linéaire, la section faite dans cette surface, par l'un quelconque de ses plans tangents, a pour point sextactique son point de contact avec l'arête de rebroussement. De plus, l'auteur résout complétement le problème de trouver toutes les surfaces développables jouissant de cette propriété et circonscrites à une quadrique, et aussi celui de trouver de telles surfaces dont les arêtes de rebroussement soient situées sur des quadriques.

M. Marcel DEPREZ

Ingénieur civil.

SUR LES RÉGULATEURS DE VITESSE.

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. Marcel Deprez fait l'historique des recherches antérieures sur les régulateurs de vitesse, et rappelle la grande part qui appartient, dans cette invention, à M. Édouard Gand, de la Société industrielle d'Amiens. Il fait ensuite l'exposé d'un nouveau principe de régulateur et donne les résultats d'expériences qui sont vraiment remarquables.

M. FOURET

Ingénieur, ancien Élève de l'École polytechnique.

ÉTUDES SUR LES COURBES ALGÉBRIQUES.

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. Fouret expose le résultat de ses recherches sur la détermination du lieu des points d'un plan, en chacun desquels se coupent, suivant une loi donnée, K branches de courbes appartenant respectivement à K systèmes donnés. La loi est définie par une relation algébrique entre les rapports trigonométriques de l'inclinaison des tangentes aux courbes considérées sur un axe fixe; les systèmes des courbes sont donnés par leurs caractéristiques. Le résultat s'exprime par une formule très-générale qui fournit, comme cas très-particuliers,

la solution de diverses questions étudiées précédemment par MM. Chasles et de Jonquières, et plus récemment par l'auteur lui-même. De cette formule, on en déduit une autre qui fournit le nombre des points d'une courbe algébrique donnée, en chacun desquels cette courbe est coupée par K courbes appartenant respectivement à K systèmes donnés, suivant une loi algébrique déterminée.

M. Léon LALANNE

Inspecteur général des ponts et chaussées.

DE L'EMPLOI DE LA GÉOMÉTRIE POUR RÉSOUDRE CERTAINES QUESTIONS DE MOYENNES ET DE PROBABILITÉS.

(EXTRAIT.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

Dans le nombre infini de triangles possibles dont les côtés ne sont assujettis qu'à la condition d'être compris entre deux limites connues a *et* b, *quelles sont les valeurs moyennes des trois côtés, préalablement rangés par ordre de grandeur?*

Cette singulière question à laquelle on est conduit lorsque l'on cherche si quelque loi a présidé à la distribution des agglomérations de population de même ordre à la surface du territoire, offre d'assez grandes difficultés lorsqu'on veut la résoudre par l'analyse. Elle n'exige, au contraire, qu'un peu d'attention et l'emploi des constructions élémentaires de la géométrie descriptive lorsque l'on considère les trois côtés variables comme égaux aux coordonnées x, y, z, d'un même point. Le lieu de tous les points de l'espace satisfaisant aux conditions de l'énoncé, est, suivant que la limite inférieure a est plus grande ou plus petite que la moitié de la limite supérieure b, soit une pyramide triangulaire, soit un pentaèdre résultant de la troncature de cette pyramide. Les quatre ou cinq plans qui limitent virtuellement le solide dont il s'agit sont déterminés par les équations

$$x = a,\quad z = b,\quad x = y,\quad y = z;\quad z = x + y.$$

Les coordonnées du centre de gravité du solide sont, dans tous les cas, les valeurs moyennes demandées. Leur expression est, pour $a > \frac{1}{2} b$

$$x_1 = \frac{1}{4}(3a + b),\ y_1 = \frac{1}{2}(a + b),\ z_1 = \frac{1}{4}(a + 3b).$$

Pour $a < \frac{1}{2} b$, les valeurs moyennes de x_2, y_2, z_2 se présentent sous une forme beaucoup moins simple. Mais en posant

$$u_1 = \frac{x_2}{b},\quad u_2 = \frac{y_2}{b},\quad u_3 = \frac{z_3}{b},$$

$$\alpha = 1 - \frac{a}{b},\quad \beta = 1 - \frac{2a}{b},$$

On arrive par la détermination géométrique des coordonnées du centre de gravité aux expressions suivantes :

$$u_1 = \frac{(\alpha^3 - \frac{1}{4}\beta^3) - \frac{3}{4}(\alpha^4 - \frac{1}{4}\beta^4)}{\alpha^3 - \frac{1}{2}\beta^3};$$

$$u_2 = \frac{(\alpha^3 - \frac{1}{4}\beta^3) - \frac{3}{4}(\alpha^4 - \frac{1}{4}\beta^4)}{\alpha^3 - \frac{1}{2}\beta^3},$$

$$u_3 = \frac{(\alpha^3 - \frac{1}{2}\beta^3) - \frac{1}{4}(\alpha^4 - \frac{1}{2}\beta^4)}{\alpha^3 - \frac{1}{2}\beta^3}.$$

auxquelles feu Philbert est parvenu, de son côté, par l'analyse pure, et qu'il a déduites d'un système de formules très-générales qui s'appliquent à la question suivante : *Un certain nombre de quantités variables* u_1, u_2, u_3 ; ..... u_n *entrant dans la composition d'une fonction* U, *et chacune d'elles prenant toutes les valeurs possibles entre deux limites déterminées, qui sont* p_1 *et* q_1 *pour* u_1 ; p_2 *et* q_2 *pour* u_2;..... p_n *et* q_n *pour* u_n ; *on demande quelles seront les valeurs moyennes de chacune des variables* u_1, u_2, ... u_n. p_1 et q_1 sont des nombres ; p_2 et q_2 sont fonctions de u_1 ; p_3 et q_3 fonctions de u_1 et u_2;... p_n et q_n fonctions de u_1, u_2,... u_{n-1}.

L'application du même procédé géométrique donne une solution très-simple de la question résolue analytiquement par Em. Lemoine dans le *Bulletin de la Société mathématique de France*, t. I.

« Une tige d'une longeur l se brise en trois morceaux ; quelle est la probabilité pour que, avec ces trois morceaux, on puisse former un triangle ? » On suppose, d'ailleurs, que tous les modes de brisure sont également possibles.

En considérant les trois fragments comme les coordonnées d'un même point de l'espace, le lieu des points qui satisfont à la relation fondamentale que la somme des coordonnées soit égale à l, est un triangle dont les sommets sont situés sur les parties positives des trois axes des coordonnées à une distance de l'origine égale à l. Mais la région de l'espace dont les coordonnées satisfont en outre à la condition que chacune d'elles est plus petite que la somme des deux autres, condition sans laquelle les fragments ne peuvent former un triangle, est un triangle inscrit dans le premier, et dont la superficie n'en est que le quart, parce que les sommets occupent les milieux des côtés de ce premier triangle. La probabilité cherchée est donc $\frac{1}{4}$, comme M. Lemoine l'avait trouvé.

Cette application spéciale de notre méthode nous a été signalée par M. Chemin, ingénieur des Ponts et Chaussées, qui nous a aussi communiqué l'opinion qu'en faisant usage des coordonnées polyédriques, l'emploi de cette méthode peut être étendu à un nombre quelconque de variables.

Voir le *Journal de mathématiques pures et appliquées*, par MM. Liouville et Resal en 1879, pour le développement relatif aux deux questions qui viennent d'être résolues, ainsi qu'à la belle et profonde analyse de Philbert.

M. Napoleone TAGLIAFERRO

Professeur de mathématiques, à Malte.

SUR DE NOUVELLES FONCTIONS NUMÉRIQUES TRANSCENDANTES.

— *Séance du 28 août 1878.* —

Le sujet, dont j'ai l'honneur d'entretenir le Congrès, a été traité d'une manière très-habile par Woepcke, dans le *Journal de Crelle* (t. XVIII, 1851). Comme ce n'est que la semaine dernière que j'ai eu connaissance de ce travail, j'avais renoncé à l'idée de présenter cette note, puisque la plus grande partie de mes idées étaient contenues dans le travail de Woepcke. Mais plusieurs membres de notre section ont bien voulu me faire remarquer, que, malgré cette circonstance, les quelques résultats auxquels je suis parvenu, pourraient intéresser les géomètres, et attirer leur attention sur un sujet, qui est peut-être susceptible d'un grand développement.

Le principe, qui conduit de la somme au produit, et du produit à l'exponentielle, peut être généralisé; il donne lieu alors à de nouvelles opérations ou pour mieux dire à de nouvelles fonctions en nombre infini.

Ce principe consiste, comme tout le monde sait, en ce que l'on regarde comme une nouvelle opération d'ordre supérieur, la répétition d'une même opération sur un même nombre, pour un certain nombre de fois.

Ainsi, comme on a

$$a + a + a + \ldots\ldots = a \times m$$
$$a \times a \times a \times \ldots\ldots = a^m$$

on pourrait, en généralisant le principe, poser

$$\left((a)^a\right)^{a\cdots} = {}_m a$$
$${}_a\left({}_a(a)\right) = a_m$$
$$\left((a)_a\right)_a = {}^m a$$

et ainsi de suite indéfiniment.

D'où il suit que l'ordre des affections du nombre a serait le suivant

$$\begin{matrix} & 5 & & 2 & \\ 1 & . & a & . & 1 \\ & 3 & & 4 & \end{matrix}$$

dont la première indique une suite d'additions égales, la deuxième une

suite de multiplications, la troisième une suite d'élévations aux puissances, et ainsi de suite.

Peut-être n'aperçoit-on pas immédiatement l'utilité de l'introduction de ces nouveaux symboles dans l'algorithme, et particulièrement du premier, puisqu'il n'y a presque aucun avantage à représenter par un nouveau symbole la fonction

$$\left((a)^{a} \right)^{a \cdots}$$

qui peut très-bien s'écrire $a^{a^{m-1}}$. Mais si l'on cherche à écrire au moyen de la notation ordinaire les fonctions a_m ou ${}^{m}a$, on se trouve fort embarrassé par l'extrême complication des formes qu'il faudrait employer.

Du reste, indépendamment de la simplication qu'elle apporte dans l'algorithme, l'introduction de nouveaux symboles permet souvent de découvrir, entre les nouvelles formes sous lesquelles on exprime les fonctions, des relations importantes dont on n'aurait pas même soupçonné l'existence.

Je n'insiste pas davantage sur ce point, d'autant plus qu'il est universellement reconnu que la simplification des symboles, et la généralisation des principes, constituent deux éléments de progrès dans les sciences exactes.

On comprendra qu'à chacune de ces transformations correspond une transformation réciproque.

La première serait

$$\sqrt[\cdots a]{\sqrt[a]{\sqrt[a]{a}}} = {}_{2-m}\, a.$$

Comme je l'ai dit en commençant, c'est à *Woepcke* qu'est due l'idee de la généralisation du principe que j'ai rappelé tout à l'heure. Dans son travail, il a examiné les valeurs et le sens qu'il faut attribuer à la fonction $\overset{m}{\underset{a}{\frown}}$ (que je représente par $\dot{}_{m}\, a$) dans les cas où a et m sont positifs ou négatifs, entiers ou fractionnaires. Laissant de côté cette discussion, je supposerai, dans ce qui va suivre, que a et m sont des nombres entiers et positifs.

Mais avant d'aller plus loin, je crois devoir faire une remarque, sur laquelle j'aurai l'honneur d'appeler l'attention de la section d'une manière toute particulière, puisqu'il s'agit d'une relation, peut-être de la plus grande importance, entre la forme de quelques-unes des nouvelles fonctions et celle de certaines différentielles.

En employant la notation que j'ai proposée, il est facile d'arriver aux relations suivantes :

$$ {}_2(ab) = {}_2a^b \cdot {}_2b^a , $$

$$ {}_2\left(\frac{a}{b}\right) = \sqrt[b^2]{\frac{{}_2a^b}{{}_2b^a}} . $$

$$ {}_2(a^m) = {}_2a^{ma^{m-1}} $$

En prenant les logarithmes des seconds membres de ces trois équations, on trouve des fonctions qui ont la même *forme* que les différentielles d'un produit, d'un quotient et d'une puissance.

Ainsi,

$$ b \log_2 a + a \log_2 b \quad , \qquad ydx + xdy $$

$$ \frac{b \log_2 a - a \log_2 b}{b^2} \quad , \qquad \frac{ydx - xdy}{y^2} $$

$$ ma^{m-1} \log_2 a, \quad mx^{m-1}dx. $$

Je passe à des relations qui ne se trouvent pas dans le mémoire de Woepcke et que je crois nouvelles.

Il est facile de démontrer que

$$ {}_n\left({}_m(a)\right) = {}_{1+(m-1)+(n-1)a^{m-1}}a $$

et d'en déduire

$$ {}_p\left({}_n\left({}_m(a)\right)\right) = {}_{1+(m-1)a+(n-1)a^{m-1}+(p-1)a^{\mu}}a $$

où $\mu = (m-1) + (n-1)\, a^{m-1}$.

En supposant $\qquad p = n = m = a$

pour avoir

$$ {}_a\left({}_a\left({}_a(a)\right)\right) = a_1 = {}_{1+\mu'+\mu''+\mu'''}a $$

dans laquelle $\mu' = a - 1$, $\mu'' = \mu' a^{\mu'}$, $\mu''' = \mu' a^{\mu'} + \mu''$ et en général

$$ \text{(A)} \quad a^m = {}_{1+\mu'+\mu''\,\ldots\,\mu^{(m-1)}}a $$

dans laquelle un terme quelconque

$$ \mu^{(\nu)} = \mu' a^{\mu'} + \ldots + \mu^{(\nu-1)}. $$

Cette formule nous permet d'exprimer une fonction d'un certain ordre au moyen des symboles des fonctions d'ordre inférieur.

Pour donner une idée de l'immensité des nombres représentés par ces fonctions, je vais écrire le résultat d'un calcul que j'ai fait en appliquant

la formule (A) à un cas particulier très-simple ; c'est-à-dire celui dans lequel $a = 3$, et $m = 4$. On trouve

$$3_4 = {}_{564859274983}3 = 3^{3^{564859274982}}$$

Je n'ai pas l'intention d'exagérer l'importance du sujet que je traite, mais je crois que l'introduction de ces fonctions dans la théorie des nombres pourrait conduire à des résultats très-intéressants. Je me propose, comme une des plus simples applications, de trouver les sommes de séries, comme les suivantes, ou, pour mieux dire, de les transformer en d'autres qui contiennent des fonctions d'ordre inférieur.

$${}_21 + {}_22 + {}_23 + \ldots$$
$${}_31 + {}_32 + {}_33 + \ldots$$

ou bien encore

$$1_2 + 2_2 + 3_2 + \ldots$$
$$1_3 + 2_3 + 3_3 + \ldots$$

Je donne les formules applicables aux deux premières :

$$\sum_1^m {}_2(a+m) = {}_2a \sum_{n=1}^{n=a+m+1} \sum_{m=1}^{m=m} \frac{(a+m)!}{(n-1)!} a^{m-n+1} . m^{n-1}$$

$$\sum_1^n {}_3(a+m) = {}_3a \sum_{n=1}^{n=(a+m)^2+1} \sum_{m=1}^{m=m} \frac{(a+m)^2!}{(n-1)!} . {}_2a^m . a^{m^2-n+1} . m^{n-1}$$

La factorielle $(a+m)!$ se compose de $(n-1)$ facteurs diminuant d'une unité, 1, et pour $n = 1$, le coefficient se réduit à 1.

Faisons une application de la première des formules précédentes à une série particulière, comme

$${}_21 + {}_22 + {}_23 + {}_24 + {}_25$$

la nouvelle forme sous laquelle se présente la série est très-élégante, et me semble nouvelle :

$$\sum_{m=1}^{m=4} {}_2(1+m) = 1 + 1 + 1 + 1$$
$$+ 2.1 + 3.2 + 4.3 + 5.4$$
$$+ \frac{1}{1.2} \left\{ 2.1.1^2 + 3.2.2^2 + 4.3.3^2 + 5.4.4^2 \right\}$$
$$+ \frac{1}{1.2.3} \left\{ 3.2.1.2^3 + 4.3.2.3^3 + 5.4.2.4^3 \right\}$$
$$+ \frac{1}{1.2.3.4} \left\{ 4.3.2.1.3^4 + 5.4.3.2.4^4 \right\}$$
$$+ \frac{1}{1.2.3.4.5} \left\{ 5.4.3.2.1.4^5 \right\}$$

Je terminerai, en donnant une formule qui joue dans le premier ordre des nouvelles fonctions, le même rôle que celle du binome de Newton dans l'élévation aux puissances.

$$_{m}(a+h) = \prod_{p=1}^{p=m} {}_{m-p+1}a \left\{ \sum_{n=1}^{n=a+1}{}^{m-p} \frac{(a^{m-p})!}{n-1)!} \left(\frac{h}{a}\right)^{n-1} \right\} \left(\frac{m-1}{p-1}\right)! \; h^{p-1}.$$

où la factorielle du numérateur se compose de $(n-1)$ facteurs qui vont en décroissant d'une unité.

Je crois utile d'ajouter que la fonction $\left((a)^{a}\right)^{a\cdots} = m^{a}$ que nous venons de considérer et qui est, pour ainsi dire, la base des nouvelles transformations est essentiellement différente de $a^{\left(\cdots^{\left(a^{(a)}\right)}\right)} = a^{a^{a^{a}}}$, et qu'il n'y a pas lieu de les rapprocher, en les groupant sous le même ordre de fonctions comme l'a fait Woepcke.

Cette dernière fonction a été étudiée par *Condorcet* et par *Euler* dans le volume des *Actes de l'Académie* de Saint-Pétersbourg pour 1777; par Grillet dans le journal de M. Liouville, par Eisenstein dans le *Journal de Crelle* de 1844, et par Woepcke dans le travail cité plus haut.

M. COUSTÉ

Ancien Directeur de la Manufacture des tabacs.

SUR LA PERMANENCE DU SYSTÈME SOLAIRE.

— Séance du 28 août 1878. —

M. Cousté se propose d'examiner les arguments par lesquels on a cherché à établir que le système solaire est, par sa constitution même, destiné à périr. Il essaye de prouver que parmi les arguments invoqués, il y en a deux qui lui paraissent erronés, à savoir : la résistance de l'éther et l'action du phénomène des marées sur la retardation du mouvement diurne.

Dr O.-J. BROCH

Professeur à l'Université de Christiania.

NOTE SUR LA CONVERGENCE DE LA SÉRIE DU BINOME DE NEWTON POUR LE CAS DE X = 1.

— *Séance du 28 août 1878.* —

On voit immédiatement que, pour $x = 1$, la série du binôme de Newton

$$1 + m + \frac{m(m-1)}{1 \cdot 2} + \frac{m(m-1)(m-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \ldots,$$

est divergente dans le cas de $m < -1$; dans le cas de $m = -1$, la série oscille entre les valeurs 0 et 1. Enfin, dans le cas de $m > -1$, on se borne le plus souvent à faire observer que la série a ses termes alternativement positifs et négatifs, et que ces termes vont en diminuant (Voir Bertrand, *Traité de Calcul différentiel*, p. 293). Abel traite d'abord le cas de m positif, et démontre que les termes, alternant de signe, ont pour limite 0; mais pour m compris entre -1 et 0, il se borne à dire qu'on peut démontrer, comme dans le cas précédent, que les termes tendent vers zéro; mais alors la démonstration doit être modifiée.

Voici la démonstration de convergence que je donne pour ce cas, dans mes cours à l'Université de Christiania :

Soit $m = -\varepsilon$, ε étant une fraction positive plus petite que l'unité. La série a la forme

$$1 - \varepsilon + \frac{\varepsilon(\varepsilon+1)}{1 \cdot 2} - \frac{\varepsilon(\varepsilon+1)(\varepsilon+2)}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \ldots;$$

si l'on désigne par $u_0, u_1, u_2, \ldots u_n, \ldots$ les termes consécutifs de cette série, on aura :

$$u_n = \frac{\varepsilon(\varepsilon+1)(\varepsilon+2)\ldots(\varepsilon+n-1)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \ldots n}$$

et, par suite

$$\frac{u_{n+1}}{u_n} = \frac{\varepsilon + n}{1 + n}.$$

Soit δ une fraction positive plus petite que l'unité, on aura :

$$\left(\frac{n+1}{n}\right)^{\delta} \frac{u_{n+1}}{u_n} = \left(\frac{n+1}{n}\right)^{\delta} \frac{n+\varepsilon}{n+1} = \left(1+\frac{1}{n}\right)^{\delta} \frac{1+\frac{\varepsilon}{n}}{1+\frac{1}{n}};$$

mais, pour $\delta < 1$, on a :

$$\left(1+\frac{1}{n}\right)^{\delta} < 1 + \frac{\delta}{n},$$

par suite

$$\left(1+\frac{1}{n}\right)^{\delta} \frac{1+\frac{\varepsilon}{n}}{1+\frac{1}{n}} < \frac{\left(1+\frac{\delta}{n}\right)\left(1+\frac{\varepsilon}{n}\right)}{1+\frac{1}{n}}.$$

Pour toute valeur de ε comprise entre 0 et 1, on peut toujours trouver une fraction δ comprise aussi entre 0 et 1, de telle sorte que l'on ait :

$$\left(1+\frac{\delta}{n}\right)\left(1+\frac{\varepsilon}{n}\right) < 1 + \frac{n}{1},$$

puisqu'il suffit de poser

$$\delta < \frac{1-\varepsilon}{1+\frac{\varepsilon}{n}} < 1;$$

en effet, on a

$$\frac{\delta}{n} < \frac{\frac{1}{n} - \frac{\varepsilon}{n}}{1+\frac{\varepsilon}{n}} \text{ et } 1 + \frac{\delta}{n} < \frac{1+\frac{1}{n}}{1+\frac{\varepsilon}{n}},$$

par suite

$$\left(1+\frac{1}{n}\right)^{\delta} \frac{1+\frac{\varepsilon}{n}}{1+\frac{1}{n}} < 1.$$

Donc, pour toute valeur de ε, comprise entre 0 et 1, on peut trouver une valeur de δ, comprise dans les mêmes limites, et telle que

$$\left(\frac{n+1}{n}\right)^{\delta} \frac{u_{n+1}}{u_n} < 1 \text{ ou } (n+1)^{\delta} u_{n+1} < n^{\delta} u_n .$$

Ainsi l'expression $n^{\delta} u_n = \mathrm{A}$ diminue lorsque n augmente, et l'on a pour p positif

$$(n+p)^{\delta} u_{n+p} < \mathrm{A} \text{ et } u_{n+p} < \frac{\mathrm{A}}{(n+p)^{\delta}};$$

mais, quelque petit que soit l'exposant positif δ, on peut toujours trouver un nombre p suffisamment grand pour que $(n+p)^\delta$ surpasse un nombre quelconque; donc u_n décroît indéfiniment, et la série

$$u_0 - u_1 + u_2 - u_3 + \ldots,$$

est convergente.

Pour le cas de $m > 0$, on a

$$\frac{u_{n+1}}{u_n} = \frac{n-m}{n+1},$$

et, par suite, pour n suffisamment grand

$$\frac{n+1}{n} \cdot \frac{u_{n+1}}{u_n} = \frac{n-m}{n} < 1;$$

donc nu_n décroît constamment, et u_n diminue indéfiniment jusqu'à zéro ; donc la série est convergente.

M. Ph. GILBERT

Professeur à l'Université de Louvain.

SUR L'APPLICATION DES ÉQUATIONS DE LAGRANGE AUX MOUVEMENTS RELATIFS.

— *Séance du 28 août 1878.* —

Dans l'étude des mouvements apparents à la surface de la terre, on néglige d'ordinaire le carré de la vitesse ω de rotation du globe. M. Lottner et Ed. Bour (*) ont cherché à résoudre le problème sans cette restriction, mais leurs solutions, comme je l'ai fait voir (**), sont en erreur de quantités de l'ordre de ω^2. Tous deux se servent des équations de Lagrange pour le cas où les variables sont réduites au plus petit nombre, et Bour a même trouvé une équation [(IV), p. 15 de son mémoire] qui me semble la plus commode pour aborder ces problèmes. Reprenant la question, je parviens en quelques lignes à cette équation que Bour n'obtenait qu'après d'assez longs calculs, et dont l'interprétation géométrique me conduit, dans le cas des mouvements relatifs terrestres,

(*) *Journal de Crelle*, t. LIV, p. 20, et *Journal de M. Liouville*, 2e série, t. VIII, p. 1.
(**) *Étude hist. et crit. sur la rotation autour d'un point fixe*, p. 88.

à un théorème qui fournit immédiatement les équations exactes du mouvement du gyroscope, ainsi que d'autres résultats intéressants (*).

1. La position du système considéré S, par rapport à un système de comparaison OXYZ, est définie par un certain nombre de variables *indépendantes* q, et les équations de Lagrange sont évidemment applicables au mouvement absolu de S. D'ailleurs, X, Y, Z désignant les composantes de la force motrice appliquée à un point m, U la fonction de forces, J_x, J_y, J_z les projections sur les axes mobiles de l'accélération de l'origine O, nous pouvons regarder le point O comme en repos en remplaçant X par $X - m J_x$, etc.,; ou encore, si nous posons

$$K = -\Sigma m (x J_x + y J_y + z J_z),$$

en remplaçant U par U+K. Soit donc T_2 *la demi-force vive absolue* du système S *abstraction faite du mouvement de translation du système* OXYZ, la simple application des équations de Lagrange aux mouvements absolus fournira l'égalité

$$(1) \qquad \frac{d}{dt}\frac{d T_2}{dq'} - \frac{d T_2}{dq} = \frac{d(U+K)}{dq} \quad (**)$$

C'est précisément l'équation (IV) de Bour, applicable à chacune des variables q dont dépend la position du système.

On voit sans peine que, si ρ désigne la droite menée du point O au centre de gravité du système, M la masse de celui-ci, on a

$$K = - M J \rho \cos \overline{J\rho};$$

K s'annule donc quand l'accélération du point O est nulle, ou quand ce point coïncide avec le centre de gravité de S, ou enfin quand la droite qui réunit ces deux points est normale à l'accélération J. La quantité T_2 se compose de trois termes,

$$T_2 = T + V + G,$$

T étant *la demi-force vive due au mouvement relatif de* S; G *le demi-produit du carré* ω^2 *de la rotation d'entraînement par le moment d'inertie* H *du système* S *par rapport à l'axe* OR *de cette rotation*; enfin, V *le produit de la vitesse* ω *par la projection, sur l'axe* OR, *de l'axe d'impulsion relatif du système* S.

L'avantage de ces formes géométriques données aux quantités qui figurent dans l'équation (1) consiste en ce que, dans chaque problème, elles permettent de calculer directement ces quantités en fonction des varia-

(*) Je ne donne ici qu'un très court extrait de ces recherches et des théorèmes auxquels elles m'ont conduit.

(**) L'accent ' désignera toujours une dérivée par rapport au temps; ainsi $q' = \frac{dq}{dt}$

bles les plus convenables, sans passer par les fastidieuses transformations de coordonnées qui alourdissent la plupart des travaux sur ces questions.

2. Ayant surtout en vue le mouvement des corps pesants à la surface de la terre, je regarde l'attraction terrestre comme la résultante de la pesanteur g et de la force centripète due à la rotation du globe, et je trouve pour la fonction U qui répond à l'attraction :

$$U = Mg\,\rho \cos \overline{\rho g} - \frac{H\,\omega^2}{2} - \frac{M\,\delta^2\,\omega^2}{2},$$

δ étant la distance du centre de gravité de S à l'axe du monde. Si l'on substitue ces divers résultats dans l'équation (1), et si l'on admet que le centre de gravité de S soit fixe sur la terre, elle prend cette forme simple

$$(2) \qquad \frac{d}{dt}\,\frac{d\,(T+V)}{dq'} - \frac{d\,(T+V)}{dq} = 0.$$

De là ce théorème : *On peut appliquer rigoureusement les équations de Lagrange au mouvement apparent d'un système pesant S dont le centre de gravité est fixe sur la terre, comme si la terre était en repos, pourvu que l'on ajoute à la demi-force vive T du système le produit de la vitesse angulaire ω de la rotation terrestre par la projection, sur l'axe de la terre, de l'axe d'impulsion du système S.*

Ce théorème conduit à des conséquences importantes que je développerai ailleurs; je me borne ici à montrer comment il conduit immédiatement aux équations du mouvement du gyroscope complet.

3. Soit D un tore dont l'axe de figure Oζ forme, avec deux rayons équatoriaux Oξ, Oη, un système rectangulaire mobile; l'axe Oζ est porté par un anneau *intérieur* I, pivotant sur un axe X_1 OX_2 perpendiculaire à Oζ, et enfin un anneau extérieur E supporte les pivots de l'anneau I et tourne lui-même autour d'un axe O Z. Le système rectangulaire OXYZ est fixe par rapport à la terre; O est le centre de gravité commun des trois corps D, E, I; OX est la projection sur le plan XY de la parallèle ON à l'axe polaire *nord*: λ désigne l'angle NOX.

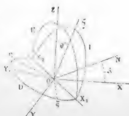


Fig. 13.

La position du système (D, I, E) est définie comme d'habitude par l'angle $\theta = \zeta$OZ que fait l'axe du tore avec l'axe de rotation de l'anneau E; par l'angle $\psi = XOX_1$ compris entre OX et l'axe X_1 OX_2 de I.

intersection de l'équateur du tore et du plan XY; enfin, par l'angle $\varphi = X_1 O \xi$, ces angles étant comptés suivant les conventions connues. Les corps D, I, E sont de révolution : soient C, A les moments d'inertie principaux de D par rapport à son axe $O\zeta$ et à un diamètre équatorial; C_1, A_1, C_2, A_2 les mêmes quantités pour I et E respectivement; $\gamma\, \gamma_1\, \gamma_2$ les angles que fait l'axe polaire ON avec les axes principaux OX_1, OY_1, $O\zeta$ du tore D. On voit immédiatement que, pour le tore, les composantes de la rotation suivant OX_1, OY_1, $O\zeta$ étant respectivement

$$\theta',\ \psi' \sin\theta,\ \varphi' + \psi' \cos\theta,$$

les quantités T et V ont pour expressions

$$T = \frac{1}{2}\left[A\left(\theta'^2 + \psi'^2 \sin^2\theta\right) + C\left(\varphi' + \psi' \cos\theta\right)^2\right];$$

$$V = -\omega\left[A\,\theta' \cos\gamma + A\,\psi \sin\theta \cos\gamma_1 + C\left(\varphi' + \psi' \cos\theta\right)\cos\gamma_2\right].$$

Pour l'anneau I, il suffit de changer A, C, θ, ψ, φ en A_1, C_1, $\frac{\pi}{2} - \theta$, $\pi + \psi$, 0, d'où

$$T = \frac{1}{2}\left[A_1\left(\theta'^2 + \psi'^2 \cos^2\theta\right) + C_1\,\psi'^2 \sin^2\theta\right],$$

$$V = -\omega\left[A_1\,\theta' \cos\gamma + A_1\,\psi' \cos\theta \cos\gamma_2 + C_1\,\psi' \sin\theta \cos\gamma_1\right].$$

Enfin, pour l'anneau E animé d'une simple rotation autour de OZ, on a

$$T = \frac{1}{2} A_2\,\psi'^2, \qquad V = -\omega\, A_2\,\psi' \sin\lambda.$$

Joignant les relations évidentes

$$\cos\gamma = \cos\lambda \cos\psi, \quad \cos\gamma_1 = \sin\lambda \sin\theta - \cos\lambda \cos\theta \sin\psi,$$
$$\cos\gamma_2 = \sin\lambda \cos\theta + \cos\lambda \sin\theta \sin\psi,$$

et posant pour abréger

$$A + A_1 = a, \quad A_1 + A_2 = a', \quad A + C_1 - A_1 = b,$$

nous trouvons, pour le système (D, I, E) tout entier,

$$(3)\left\{\begin{aligned} T + V = {} & \tfrac{1}{2}\left[a\,\theta'^2 + (a' + b \sin^2\theta)\,\psi'^2 + C\left(\varphi' + \psi' \cos\theta\right)^2\right] \\ & - \omega\left[a\,\theta' \cos\gamma + (a^1 + b \sin^2\theta)\,\psi' \sin\lambda\right. \\ & \left. - b\,\psi' \cos\lambda \sin\theta \cos\theta \sin\psi + C\left(\varphi' + \psi' \cos\theta\right)\cos\gamma_2\right]. \end{aligned}\right.$$

Il suffit de combiner cette formule avec l'équation (2) pour former immédiatement les équations différentielles du mouvement du gyroscope dans les cas considérés par Bour, M. Lottner, M. Quet, etc.

4. Supposons d'abord *l'axe* OZ *de l'anneau* E *fixé parallèlement à l'axe du monde, et l'axe* $O\zeta$ *libre de se mouvoir dans tous les sens* (premier

problème de M. Lottner). On a ici $\lambda = 90°$, $\cos\gamma = 0$, $\cos\gamma_1 = \sin\theta$, $\cos\gamma_2 = \cos\theta$, et l'on trouve

$$T + V = \frac{1}{2}\left[a\,\theta'^2 + (a' + b\sin^2\theta)(\psi' - \omega)^2 + C\,(\varphi' + (\psi' - \omega)\cos\theta)^2\right] - \frac{\omega^2}{2}\,(a' + b\sin^2\theta + C\cos^2\theta) —$$

Formons l'équation (2) en faisant successivement $q = \varphi, \psi, \theta$; nous avons deux intégrales immédiates

$$\varphi' + (\psi' - \omega)\cos\theta = l_1,\ (a' + b\sin^2\theta)(\psi' - \omega) + C\,l_1\cos\theta = l_2,$$

puis, par substitution, une troisième intégrale

$$(4) \quad a\,\theta'^2 + \frac{(l_2 - C\,l_1\cos\theta)^2}{a' + b\sin^2\theta'} - \omega^2\,(C - b)\sin^2\theta = l_3,$$

l_1, l_2, l_3 étant des constantes données par l'état initial. Admettons que l'on ait imprimé au tore une rotation de vitesse angulaire n autour de son axe $O\zeta$ maintenu fixe, et soit $\theta = \alpha$ pour $t = 0$; on trouve

$$l_1 = n - \omega\cos\alpha,\ l_2 = C\,l_1\cos\alpha - \omega\,(a' + b\sin^2\alpha),\ l_3 = \omega^2\,[\,a' + (2\,b - C)\sin^2\alpha];$$

de plus, pour $t = 0$,

$$\left(\frac{d^2\theta}{dt^2}\right)_0 = \frac{C\,n\,\omega\sin\alpha}{a}$$

Le dernier terme du premier membre de (4) manque dans l'équation correspondante de M. Lottner, qui pour $t = 0$ et $n = 0$ ne donne pas $\frac{d^2\theta}{dt^2} = 0$, ce qui doit être cependant. Aussi ce géomètre trouve-t-il des intégrales sous forme finie pour θ, ψ et φ, tandis que je suis conduit à des fonctions elliptiques, dans le cas où l'on néglige les masses des anneaux.

Les développements analytiques de cette solution se trouveront dans mon mémoire.

5. Dans le second problème de M. Lottner, *l'axe OZ est fixé dans une direction arbitraire, et l'axe $O\zeta$ du tore ne peut se mouvoir que dans un plan XY normal à OZ.* L'angle $\theta = 90°$, l'expression (3) de $T + V$ se simplifie et on obtient presque sans calcul, pour le mouvement de l'axe $O\zeta$, l'équation du premier ordre:

$$(5) \quad \frac{d\varepsilon^2}{dt^2} = \mu\,\omega_1^2\,(\cos\varepsilon_0 - \cos\varepsilon)\left(\frac{2\,n}{\omega_1} - \cos\varepsilon_0 + \cos\varepsilon\right),$$

dans laquelle $\varepsilon = \psi - \frac{\pi}{2}$ représente l'angle $XO\zeta$ dont l'axe du gyroscope s'écarte de la projection de l'axe ON sur le plan directeur X Y, n la rotation initiale imprimée au disque autour de $O\zeta$,

$$\mu = \frac{C}{A + C_1 + A_2},\quad \omega_1 = \omega\cos\lambda.$$

L'équation (5) diffère encore de celle qu'a obtenue M. Lottner, mais, contrairement à ce que j'ai trouvé dans le premier problème, elle donne ici des résultats notablement plus simples. La discussion de cette équation présente deux cas : 1° dans le cas ordinaire des expériences de Foucault, n est très grand et ω_1 très petit, le dernier facteur a un signe constant dépendant de celui de n, l'angle ε varie entre les limites $+\varepsilon_0$ et $-\varepsilon_0$ en passant par zéro ou par π, l'axe $O\zeta$ oscille de part et d'autre de sa position d'équilibre stable, qui est OX ou son prolongement. Ces résultats sont bien connus, mais j'en donne pour la première fois la loi analytique rigoureuse. — 2° Nos formules s'appliquant à des valeurs quelconques de n et de ω, il faut examiner le cas où $\frac{2n}{\omega_1}$ serait de même ordre que $\cos \varepsilon_0$, et l'on trouve alors que, dans certaines conditions, *l'axe $O\zeta$ oscille périodiquement entre sa position initiale et une autre plus rapprochée de la position d'équilibre stable, que cet axe n'atteint jamais.*

Les lois de son mouvement dans tous les cas sont d'ailleurs comprises dans ce théorème, qui résulte de l'identification de l'équation (5) avec celle du mouvement d'un pendule à plan directeur mobile : *Lorsque l'axe du gyroscope est assujetti à rester dans un plan fixe par rapport à la planète, son mouvement dans ce plan est celui d'un pendule simple dans un plan qui tournerait autour de la verticale avec une vitesse angulaire constante $\omega_1\sqrt{\mu}$, la longueur du pendule étant donnée par l'expression $\frac{g}{\mu\,\omega_1\,(n+\omega_1 \cos \varepsilon_0)}$ et la direction de la pesanteur étant supposée coïncider avec celle de l'équilibre stable de l'axe du tore.*

M. A. MANNHEIM

Chef d'escadron d'artillerie, Professeur à l'École polytechnique.

CONSTRUCTION DE LA NORMALE A LA SURFACE TRAJECTOIRE D'UN POINT D'UNE FIGURE DE FORME INVARIABLE DONT LE DÉPLACEMENT EST ASSUJETTI A QUATRE CONDITIONS.

— *Séance du 28 août 1878.* —

Les normales aux surfaces trajectoires décrites par les points d'une figure, dont le déplacement est assujetti à quatre conditions, rencontrent les deux mêmes droites D, Δ

De là un moyen de construire la normale à la surface trajectoire décrite par un point de la figure, lorsqu'on connaît quatre normales à des surfaces trajectoires. On construit les droites D, Δ qui rencontrent ces quatre normales : la normale demandée est la droite issue du point donné et qui s'appuie sur D et Δ.

Mais si ces droites D et Δ sont imaginaires, comment doit-on opérer? Pour répondre à cette question, nous allons donner une construction qui ne s'appuie pas sur l'existence des droites D, Δ.

Appelons *a*, *b*, *c*, *e* les points qui décrivent les surfaces trajectoires données [*a*], [*b*], [*c*], [*e*] et A, B, C, E, les normales à ces surfaces qui, à un instant, sont issues de ces points.

Soit *m* le point de la figure pour lequel on veut construire la normale à la surface trajectoire qu'il décrit. Menons la droite *a m* et désignons par *g* le point où elle rencontre l'hyperboloïde défini par les droites A, B, C. Il est facile de construire *g*. Pour cela, on considère la droite, suivant laquelle cet hyperboloïde est coupé, par le plan des droites A et *a m* : le point où cette droite rencontre *a m* est le point *g*. Par ce point passe une génératrice de l'hyperboloïde (A, B, C) du même système que les droites A, B, C. Nous désignerons cette droite par G.

De la même manière, en considérant les trois normales A, B, E, nous construirons une droite H.

Les trois droites A, G, H déterminent un hyperboloïde et la génératrice de cette surface du même système que ces droites qui passe par le point *m* est la normale demandée.

Car les droites D et Δ étant des génératrices des hyperboloïdes (A, B, C) et (A, B, E), sont rencontrées par G et H et par suite sont des génératrices de l'hyperboloïde (A, G, H) : la génératrice de ce dernier hyperboloïde issue de *m* rencontre alors D et Δ et est la droite demandée.

Tout ceci étant indépendant de l'existence des droites D, Δ, répond à la question posée.

Prenons le cas particulier où le point *m* est à l'infini dans la direction d'une perpendiculaire à un plan donné (P).

Tout ce qui précède est applicable. On détermine encore des droites G, H en considérant la perpendiculaire abaissée de *a* sur (P). L'hyperboloïde (A, G, H), qui contient déjà cette perpendiculaire à (P), en contient encore une autre. Cette dernière perpendiculaire à (P) est la normale demandée.

Pour déterminer son pied *p* sur (P), on construit deux droites qui rencontrent A, G, H et l'on prend le point de rencontre *p* des projections de ces droites sur (P).

La normale que nous venons de déterminer est normale aux surfaces trajectoires de chacun de ses points; par suite, le plan (P) est tangent en *p* à la surface trajectoire de ce point. Ou, en d'autres termes, le point *p* et le point de contact de (P) avec la surface à laquelle ce plan reste tangent. On voit ainsi que la solution précédente permet de déterminer toujours le point où un plan, qui fait partie d'une figure de forme invariable, dont le déplacement est assujetti à quatre conditions, touche la surface à laquelle il reste tangent.

Si la figure mobile est assujettie à cinq conditions, on peut déterminer le plan normal à la ligne trajectoire décrite par un point de cette figure.

Pour cela, retranchant une des conditions, on retombe dans le cas précédent, et l'on construit pour le point donné la normale à la surface trajectoire qu'il décrit alors. Si, rétablissant la condition que nous venons de retrancher, nous en ôtons une autre, nous aurons une normale à la nouvelle surface trajectoire décrite par le point donné.

Cette dernière normale et la première déjà construite déterminent le plan normal demandé.

M. TCHEBICHEF

Membre de l'Académie de Saint-Pétersbourg, Associé de l'Institut de France.

SUR LA COUPE DES VÊTEMENTS.

— *Séance du 28 août 1878.* —

Après avoir indiqué que l'idée de cette étude lui est venue lors de la communication faite, il y a deux ans, au Congrès de Clermont-Ferrand, par M. Édouard Lucas, sur la *géométrie du tissage* des étoffes à fils rectilignes, M. Tchebichef pose les principes généraux pour déterminer les courbes suivant lesquelles on doit couper les différents morceaux d'une étoffe, pour en faire une gaîne bien ajustée, servant à envelopper un corps de forme quelconque.

En prenant pour point de départ ce principe d'observation que dans la déformation d'un tissu on ne doit considérer d'abord, dans une première approximation, que l'altération des angles respectifs formés par les fils de chaîne et les fils de trame, sans tenir compte de l'allongement des fils, il donne les formules qui permettent de déterminer les contours imposés à deux, trois ou

quatre morceaux d'étoffe pour recouvrir la surface d'une sphère, avec la meilleure approximation désirable. M. Tchebichef présente à la section une balle de caoutchouc recouverte d'une étoffe dont les deux morceaux ont été coupés suivant ses indications; il fait observer que le problème différerait essentiellement si l'on remplaçait l'étoffe par une peau. D'ailleurs les formules proposées par M. Tchebichef donnent aussi la méthode à suivre pour la juxtaposition des pièces par la couture.

La balle de caoutchouc, couverte de son corsage, circule dans les mains des assistants : on l'examine avec intérêt, avec joie. C'est une balle bien faite, bien cousue, et, pour un peu, les membres de la section se seraient rendus dans la cour du lycée pour jouer à la paume.

M. Édouard LUCAS

Professeur au Lycée Charlemagne.

SUR LA GÉOMÉTRIE DU TISSAGE.

— Séance du 28 août 1878. —

M. ÉDOUARD LUCAS rappelle en quelques mots les principes fondamentaux de la géométrie des tissus à fils rectilignes, qu'il a exposés au Congrès de Clermont-Ferrand; il fait l'application des théories arithmétiques données par Gauss, dans les *Disquisitiones arithmeticæ*, à la recherche de toutes les dispositions possibles des armures fondamentales, à leur classification, et plus particulièrement à la recherche des tissus sans envers. Il fait observer que les recherches de M. Tchebichef sont, pour ainsi dire, indépendantes, à cause de l'approximation, de la contexture même des tissus. Il indique les diverses expériences qu'il y aurait lieu de faire pour reconnaître et formuler les lois de l'extension des tissus. En effet, il y aurait lieu de considérer, en dehors de la nature des fils de chaine et de trame, les divers modes d'entre-croisement qu'il a formulés autrefois. Il donne l'historique de cette nouvelle application de la théorie des nombres, dont l'idée fondamentale appartient, sans aucun doute (1867), à M. Édouard Gand, professeur de tissage à la Société industrielle d'Amiens.

M. A. MANNHEIM

Chef d'escadron d'artillerie, Professeur à l'École polytechnique.

CONSTRUCTION DES CENTRES DE COURBURE PRINCIPAUX DE LA SURFACE DE VIS A FILET TRIANGULAIRE.

— *Séance du 29 août 1878.* —

Prenons pour plan de projection un plan perpendiculaire à l'axe de la surface de vis mené à partir du point o (fig. 14) où cet axe est rencontré par une génératrice om de cette surface. On sait que les normales à cette surface, issues des différents points de om se projettent alors suivant des droites passant par un même point f qui est sur une perpendiculaire à om.

Ce point f est aussi le point par lequel passent les projections des caractéristiques de tous les plans menés par om, caractéristiques obtenues en supposant ces plans entraînés pendant le déplacement héliçoïdal de om engendrant la surface de vis.

Nous nous proposons de construire les centres de courbure principaux de la surface de vis qui sont sur la normale fm. Pour cela, nous allons déterminer les points de contact de deux normales à cette surface qui contiennent cette normale. Nous prendrons comme normales : le paraboloïde des normales à la surface de vis issues des points de om et l'héliçoïde réglé engendré par la normale fm entraînée pendant le déplacement héliçoïdal de om.

Occupons-nous d'abord de cet héliçoïde réglé. Soit t la trace de la normale fm sur notre plan de projection. Le plan omt a alors pour trace la droite ot, sa caractéristique qui est perpendiculaire à cette trace passe par le point f_1, relatif à fm et analogue au point f; nous allons déterminer le point f_1.

Ce plan omt contenant la droite om, sa caractéristique passe aussi par le point f. Cette droite est donc la perpendiculaire abaissée du point f sur ot. Le point où elle coupe la perpendiculaire abaissée du point o sur fm est le point f_1.

Il résulte de cette construction que f_1t est perpendiculaire à of.

Le point f_1 étant déterminé, on a tout de suite la projection de la normale en un point quelconque e de fm à l'héliçoïde réglé engendré par cette droite en joignant le point f_1 au point e.

Le paraboloïde des normales à la surface de vis le long de om contient la droite projetée en f. Ses génératrices se projettent alors suivant des parallèles à om. Sa trace sur le plan de projection se compose des droites

lg et *og*. La génératrice qui passe en *e* se projette suivant *el* qui est parallèle à *om* et sa trace est en *l* sur *og*. Le plan tangent en *e* au paraboloïde a pour trace la droite *lt*.

Si *e* était un centre de courbure principal, le plan tangent en ce point au paraboloïde serait perpendiculaire à la normale f_1e. Nous devons donc maintenant faire varier *e* sur la normale *fm* jusqu'à ce que la droite telle que f_1e soit perpendiculaire à la droite telle que *lt*. Mais lorsque *e* varie sur *fm* le point *n* décrit une droite. On a alors la construction suivante :

On mène les droites f_1m, ot. *Elles se coupent en* v. *La droite* fv *rencontre la circonférence décrite sur* f_1t *comme diamètre en deux points : les droites qui joignent ces deux points au point* f_1 *coupent la normale* fm *aux centres de courbure demandés.*

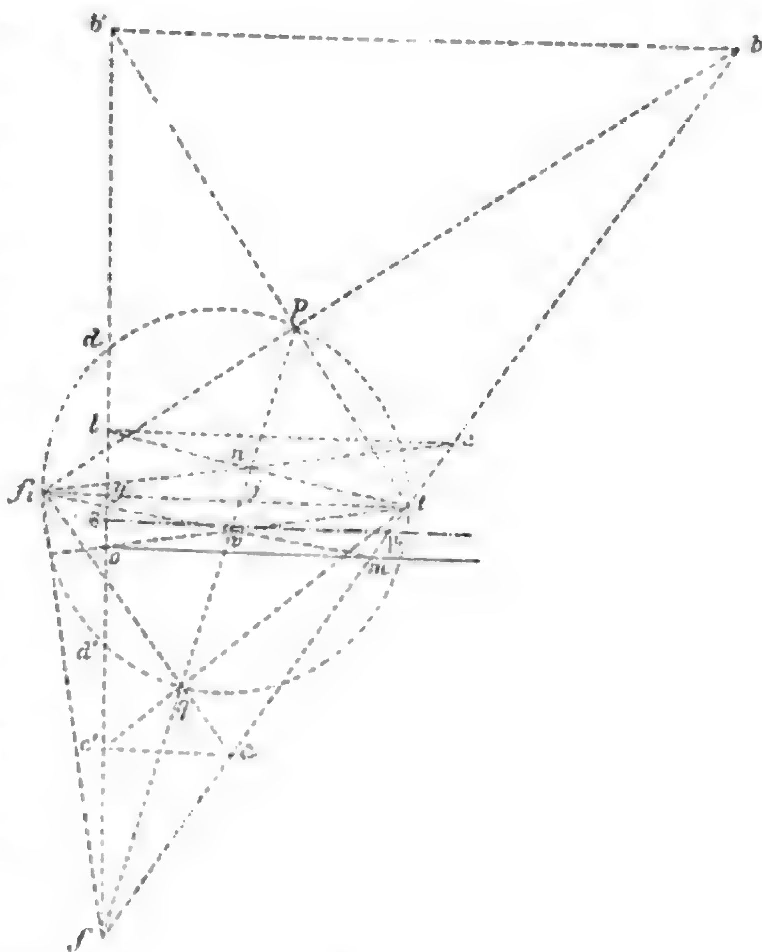


Fig. 14.

Remarques : 1° La droite *fn* rencontre f_1t en un point *j*, on a $jf_1 \times jg = \overline{jt}^2$

2° Le produit $of \times og$ est égal au carré du paramètre de distribution des plans tangents à la surface de vis. En appelant *h* ce paramètre on a $fg \times gl = h^2 + og^2$.

3° Lorsque *m* varie sur *om* la droite f_1t est toujours la même, mais les points f_1 et *t* varient de position. L'on a toujours $f_1g \times gt = cons^e$, par suite les circonférences telles que celle qui est décrite sur f_1t comme diamètre passent par les mêmes deux points *d* et *d'*. On a $fc' \times fb' = fd \times fd' = cons^e$, ou encore $\frac{fc \times fb}{\overline{ft}^2} = cons^e$. Désignons $fc \times fb$ par $\overline{f\mu}^2$ alors $\frac{f\mu}{t}$ est constant et les points tels que μ appartiennent à une droite μ*v* perpendiculaire à *of*. On voit ainsi que *la projection du lieu des centres de courbure principaux correspondants aux différents points de* om *est telle que l'on a toujours une relation analogue à* $fc \times fb = \overline{f\mu}^2$.

CONSTRUCTION DES CENTRES DE COURBURE PRINCIPAUX DE LA SURFACE DE VIS A FILET CARRÉ.

Nous allons résoudre ce problème en particularisant la construction que nous avons donnée relativement à la surface de vis à filet triangulaire.

Le point f de la fig. 14 est maintenant à l'infini; la normale en m à la surface de vis, se projette suivant une perpendiculaire à om, le point t est confondu avec le point m et le point g est confondu avec le point o.

Le point f_1 est tel que $of_1 \times om = h^2$ et comme h est donné, on peut construire f_1. La construction précédente devient alors celle-ci : *On mène* (fig. 15) *les droites* ef_1, lm. *Ces droites se coupent en* n. *La perpendiculaire issue de ce point à* f_1m *rencontre la circonférence décrite sur* f_1m *comme diamètre en deux points : les droites, qui joignent ces points au point* f_1, *rencontrent la normale en* m *aux points* b *et* c *qui sont les projections des centres de courbure demandés.*

Fig. 15.

Nous allons simplifier cette construction, on a :

$$\overline{mb}^2 = mp \times mk = mo \times mf_1 = \overline{md}^2,$$

ainsi

$$mb = md.$$

Il suffit alors de prendre $od = h$ et de porter le segment md en mb et mc pour avoir les projections b et c des centres de courbure demandés. L'angle odm est égal à l'angle que le plan tangent en m à la surface de vis fait avec le plan tangent en o à cette surface, on aura alors la longueur mb' du rayon de courbure principal pour le point m, en élevant la perpendiculaire db' à dm.

Il est facile d'arriver directement à cette dernière construction.

M. JAUBERT

PRÉSENTATION D'UN RÉFLECTEUR PARABOLIQUE A TRÈS-COURT FOYER.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. JAUBERT présente un réflecteur parabolique à très-court foyer dont la distance focale est égale à trois fois le diamètre. Les récentes découvertes faites en Amérique ont été obtenues à l'aide de puissants réflecteurs, de telle sorte que l'étude de ces appareils présente un intérêt réel.

M. TCHEBICHEF

Membre de l'Académie de Saint-Pétersbourg, associé de l'Institut de France.

SUR LES PARALLÉLOGRAMMES LES PLUS SIMPLES, SYMÉTRIQUES AUTOUR D'UN AXE.

— *Séance du 29 août 1878.* —

§ 1. A l'Exposition universelle, on peut voir actuellement, les différentes applications d'un parallélogramme articulé que j'ai trouvé d'après un théorème sur les fonctions qui s'approchent le plus de zéro. Ce parallélogramme, ne contenant que trois tiges droites, donne le mouvement rectiligne avec une approximation très-notable, qui surpasse celle qu'on obtient par les parallélogrammes composés des mêmes éléments, c'est-à-dire par le parallélogramme simple de Watt et le mécanisme d'Evens.

§ 2. Ce parallélogramme est composé de deux tiges AC, A_1C_1, d'égale longueur, qui tournent autour de deux points fixes C, C_1, et sont reliées à leurs bouts A, A_1 par une troisième tige AA_1 (pl. II *fig. 1*). C'est le milieu M de cette dernière tige qui décrit une ligne droite avec une précision considérable, toutes les fois que la longueur des tiges AC, A_1C_1 et la distance CC_1 des points fixes C, C_1 remplissent les conditions suivantes :

1. *La distance* CC_1 *doit être rigoureusement égale au tiers de la somme des lignes* AC, AA_1, A_1C_1.

2. *La longueur de la tige* AA_1 *doit surpasser le quart de celle des tiges* AC, A_1C_1, *mais ne doit pas différer notablement de cette limite.*

A mesure que la différence $AA_1 - \frac{1}{4} AC$ tend vers zéro, la longueur de la portion sensiblement rectiligne de la courbe décrite par le point M diminue, mais en même temps la rigueur avec laquelle elle représente une ligne droite croît plus rapidement que ne diminue sa longueur.

§ 3. Je vais montrer maintenant les résultats auxquels je suis parvenu en examinant un mécanisme un peu plus compliqué que le précédent. Ce mécanisme est composé de mêmes éléments, cependant le point qui décrit sensiblement une ligne droite ne se trouve plus sur la ligne AA_1, mais sur une perpendiculaire NM, menée de son milieu (*fig. 3*).

D'après la méthode que nous venons de mentionner, on reconnaît que pour la précision du jeu de ce mécanisme, il est indispensable que $c = MN$ ait la valeur suivante :

$$(1) \quad c = \frac{a}{r \cos^2 \varphi}\left[\left(\frac{3}{2} r \cos \varphi - a\right) \sin \varphi - \left(r \cos \varphi - a\right) \sqrt{\frac{2r \cos \varphi - a}{r \cos \varphi - a}}\right].$$

où par r et a nous désignons la longueur des lignes $AC = A_1C_1$ et AA_1, et par φ la valeur commune des angles ACC_1, A_1C_1C, A_1AC, AA_1C_1 dans la position moyenne du mécanisme.

§ 4. Toutes les fois que le lieu du point M est choisi conformément à la formule (1) et que la différence

$$(2) \qquad \sqrt{\frac{2r \cos \varphi - a}{r \cos \varphi - a}} - 2 \sin \varphi$$

ne s'éloigne pas trop de zéro, ce mécanisme donne le mouvement rectiligne avec une précision notable. Cette précision croît à mesure que la différence (2) s'approche de zéro, mais en même temps la longueur de l'arc qui jouit de cette précision diminue.

Dans le cas où l'on a rigoureusement

$$(3) \qquad \sqrt{\frac{2r \cos \varphi - a}{r \cos \varphi - a}} - 2 \sin \varphi = 0$$

cette longueur se réduit à zéro, et alors la courbe décrite par le point M a un contact du 6^{me} ordre avec une ligne droite.

Nous allons nous arrêter sur ce cas, limite vers lequel converge notre mécanisme à mesure que la précision de son jeu va en augmentant, et dont il diffère peu, si cette précision est suffisante.

§ 5. Pour ce cas limite, d'après les équations (1), (3), nous trouvons

$$a = \frac{2\cos^2\varphi\cos 2\varphi}{\cos 3\varphi}\, r;\ c = \frac{\cos^2\varphi\cos 2\varphi\ \tan 3\varphi}{\cos 3\varphi}\, r;$$

D'après ces valeurs de $AA_1 = a$, $MN = c$, et en remarquant que $AC = A_1C_1 = r$, nous tirons des triangles CDC_1, ADA_1 la formule suivante pour la détermination de $CC_1 = b$:

$$b = -\frac{\sin 2\varphi}{\cos 2\varphi}\, r.$$

Comme ces valeurs de a, b, c ne changent leurs signes que pour les valeurs de l'angle φ qui annulent les expressions

$$\sin 2\varphi,\ \cos 2\varphi,\ \sin 3\varphi,\ \cos 3\varphi$$

et qui sont

$$0,\ 30^\circ,\ 45^\circ,\ 60^\circ,\ 90^\circ$$

il est certain que notre mécanisme ne peut changer sa forme entre les limites indiquées c'est-à-dire ;

$$\begin{aligned} &\text{De } \varphi = 0, \quad \text{à } \varphi = 30^\circ;\\ &\text{De } \varphi = 30^\circ, \text{ à } \varphi = 45^\circ;\\ &\text{De } \varphi = 45^\circ, \text{ à } \varphi = 60^\circ;\\ &\text{De } \varphi = 60^\circ, \text{ à } \varphi = 90^\circ;\end{aligned}$$

Pour rendre bien compte de toutes les modifications que ce mécanisme peut subir, nous avons calculé, d'après les formules précédentes, les éléments pour quatre valeurs de φ, prises à égales distances de ces limites, savoir :

$$\varphi = 15^\circ;\ 37^\circ\ 30';\ 52^\circ\ 30';\ 75^\circ.$$

Les figures (3), (4), (5), (6) représentent notre mécanisme avec les éléments qu'on trouve comme nous le venons de dire, et en prenant r égal à 0.05 mètre.

Toutes ces modifications donnent le mouvement rectiligne avec le même degré de précision; notamment la courbe décrite par le point M a toujours un contact de 6e ordre avec une ligne droite. Sans ce rapport, toutes ces modifications sont également bonnes; mais on remarque une grande différence entre elles, quand on passe au cas, où l'on cherche à obtenir le mouvement rectiligne le long d'une course plus ou moins grande.

§ 6. Dans le cas où la différence

$$\sqrt{\frac{2r\cos\varphi - a}{r\cos\varphi - a}} - \sin 2\varphi,$$

ne se réduit pas à zéro, mais en diffère peu, le mécanisme articulé, pour lequel c a la valeur (1) donne le mouvement rectiligne avec une

grande précision, et cette précision aura lieu le long d'une courbe d'une certaine longueur. La détermination de la longueur de cette courbe se fera de la manière suivante :

En posant

$$\sqrt{\frac{2r\cos\varphi - a}{r\cos\varphi - a}} = T,$$

et en désignant par t celle des racines de l'équation

$$2\sin\varphi\,(1+t^2) + t\,(3+t^2) - (1-t^2)\,T = 0,$$

qui se rapproche le plus de 0, on cherche l'angle α_1 d'après la formule

$$\cos\alpha_1 = 1 - \frac{2\,(1-T^2)^2}{T^2\,(2-T^2)}\left[\left(\frac{1+2t\sin\varphi+t^2}{1-2T\sin\varphi+T^2}\right)^2 - 1\right].$$

Cet angle, pris avec les signes + et —, donne les inclinaisons limites de la ligne AA_1 sur la ligne CC_1 pour le commencement et pour la fin de la course en question. Ayant trouvé l'angle α_1 nous aurons la longueur de la course cherchée par la formule

$$(4)\quad l = \frac{2\,(2-T^2)}{1-T^2}\left[\frac{T-\sin\varphi}{T^2-1} + \frac{2\,(1+2\,t\sin\varphi+t^2)t}{(1-t^2)^2}\right]\sin\alpha_1.$$

Le long de toute cette course, les écarts de la courbe tracée par le point M et une droite, restent comprises entre + E et — E, la valeur E étant déterminée par la relation

$$(5)\qquad E = \frac{2r(1+2t\sin\varphi+t^2)t^3}{(2\sin\varphi+3t+2t^2\sin\varphi+t^3)^2}.$$

§ 7. Dans le cas où l'on se propose d'obtenir une *précision* et une *course* préalablement données, on prendra pour a, r, φ, c des valeurs qui satisfont aux équations (1), (4), (5), et dans lesquelles l, E doivent avoir des valeurs données. Comme l'on doit vérifier seulement trois équations, on pourra choisir l'angle φ à volonté. Dans ce cas, en donnant à l'angle φ les valeurs que nous avons indiquées ci-dessus, on aura les quatre formes différentes du mécanisme que nous avons déjà vues. Toutes ces formes jouiront de la même précision le long de la même *course;* mais elles différeront notablement entre elles par la longueur de leurs éléments et par leur disposition.

§ 8. Pour comparer entre elles ces quatre modifications, nous allons chercher les expressions approximatives de leurs éléments, en supposant que le rapport $\frac{E}{l}$ a une valeur très-petite, ce qui a lieu toujours dans les mécanismes à grande précision.

En cherchant, dans cette hypothèse, le développement de r, a, b, c en

série, on trouve que ces développements, arrêtés aux premiers termes, donnent :

$$r = \frac{l\cos 3\varphi}{8\sin 2\varphi}\sqrt[5]{\frac{2\cos 3\varphi}{\cos\varphi\,.\,\cos^3 2\varphi}\,\frac{l}{\mathrm{E}}};$$

$$a = \frac{\cos^2\varphi}{4\,\mathrm{tang}\,2\varphi}\sqrt[5]{\frac{2\cos 3\varphi}{\cos\varphi\,.\,\cos^3 2\varphi}\,\frac{l}{\mathrm{E}}};$$

$$b = \frac{l}{8}\sqrt[5]{\frac{2\cos 2\varphi}{\cos\varphi\,.\,\cos^3 2\varphi}\cdot\frac{l}{\mathrm{E}}};$$

$$c = \frac{\cos^2\varphi\,.\,\mathrm{tang}\,3\varphi}{8\,\mathrm{tang}\,2\varphi}\sqrt[5]{\frac{2\cos 3\varphi}{\cos\varphi\,.\,\cos 2\varphi}\,\frac{l}{\mathrm{E}}}.$$

Les figures (7), (8), (9), (10) représentent les quatre formes du mécanisme en question avec leurs éléments déduits des formules précédentes en y faisant

$$\varphi = 15^\circ;\ 37^\circ\,30';\ 52^\circ\,30';\ 75^\circ,$$

et en posant

$$l\sqrt[5]{\frac{l}{\mathrm{E}}} = 0^{\mathrm{m}},25.$$

M. PICQUET

Capitaine d'artillerie. Répétiteur à l'École polytechnique.

THÉORÈMES SUR LES SURFACES DU QUATRIÈME ORDRE (*).

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. DARBOUX

Professeur suppléant à la Faculté des sciences de Paris.

CONSIDÉRATIONS SUR LES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES QUI SE RAPPORTENT A LA DÉFORMATION DES SURFACES.

— *Séance du 29 août 1878.* —

(*) Cette communication est réunie à celle publiée p. 95.

M. Édouard LUCAS

Professeur de mathématiques spéciales au Lycée Charlemagne.

SUR LES FORMULES DE CAUCHY ET DE LEJEUNE-DIRICHLET.

— *Séance du 29 août 1878.* —

On sait que l'on a, pour p premier,

$$4\,\frac{z^p - 1}{z - 1} = Y^2 - \left(\frac{-1}{p}\right) pZ^2,$$

Y et Z désignant des polynômes en z, à coefficients entiers, dont le dernier Z est divisible par z, et $\left(\frac{-1}{p}\right)$ le symbole employé par Legendre, et généralisé par Jacobi, dans la théorie des résidus quadratiques. Ce théorème, donné par Gauss, a été généralisé par Lejeune-Dirichlet, qui l'a étendu aux exposants composés de facteurs premiers différents.

Désignons par n un nombre premier, ou un nombre quelconque ne contenant aucun facteur quadratique, et par X_n le produit des facteurs binômes qui correspondent aux racines primitives de l'équation $z^n - 1 = 0$; posons

$$X_n = z^{2\mu} + a_1 z^{2\mu-1} + a_2 z^{2\mu-2} + \ldots\ldots + a_{2\mu},$$
$$Y = b_0 z^{\mu} + b_1 z^{\mu-1} + b_2 z^{\mu-2} + \ldots\ldots + b_{\mu},$$
$$Z = c_0 z^{\mu} + c_1 z^{\mu-1} + c_2 z^{\mu-2} + \ldots\ldots + c_{\mu};$$

nous aurons

$$4X_n = Y^2 - \left(\frac{-1}{n}\right) nZ^2.$$

Pour déterminer les coefficients b_k et c_k, on calcule d'abord les sommes S_k des puissances semblables des racines de l'équation $X_n = 0$, par les formules de Newton; on obtient ensuite les coefficients cherchés par les deux relations de récurrence simultanée :

$$\begin{cases} 2kb_k = -\left[S_k b_0 + S_{k-1} b_1 + S_{k-2} b_2 + \ldots\ S_1 b_{k-1}\right] \\ \quad + \left(\frac{-1}{n}\right) n \left[\left(\frac{k}{n}\right) c_0 + \left(\frac{k-1}{n}\right) c_1 + \left(\frac{k-2}{n}\right) c_2 \right. \\ \quad \left. + \ldots + \left(\frac{1}{n}\right) c_{k-1}\right], \\ 2kc_k = -\left[S_k c_0 + S_{k-1} c_1 + S_{k-2} c_2 + \ldots + S_1 c_{k-1}\right] \\ \quad + \left[\left(\frac{k}{n}\right) b_0 + \left(\frac{k-1}{n}\right) b_1 + \left(\frac{k-2}{n}\right) b_2 + \ldots \right. \\ \quad \left. + \left(\frac{1}{n}\right) b_{k-1}\right], \end{cases}$$

avec les conditions initiales

$$b_0 = 2, \qquad c_0 = 0.$$

Nous donnons, dans le tableau suivant, les valeurs des coefficients des

polynômes Y et Z. La première colonne verticale contient les diverses valeurs de μ rangées dans l'ordre numérique ; la seconde colonne contient les valeurs de l'exposant n. On trouve d'abord, entre crochets, la moitié des $\mu + 1$ coefficients du polynôme Y, de degré μ ; les coefficients de Y, à égale distance des extrêmes, sont égaux deux à deux, et de mêmes signes, lorsque $n = 4q + 1$; égaux et de signes contraires, lorsque $n = 4q + 3$. On trouve ensuite, entre crochets, la moitié des $\mu - 1$ coefficients du polynôme Z, dont le degré est $\mu - 2$; les coefficients de Z, à égale distance des coefficients extrêmes, sont égaux deux à deux, et de signes contraires, lorsque μ est pair, et n de la forme $4q + 3$; ces coefficients sont égaux, et de mêmes signes, dans tous les autres cas. A partir de $n = 29$, les coefficients de Z sont sur une seconde ligne.

TABLEAU DES COEFFICIENTS DE LA FORMULE

$$4X_n = Y^2 - \left(\frac{-1}{n}\right) n z^2 Z^2.$$

μ	n	Y	Z
2	5	[2 + 1],	[1],
3	7	[2 + 1],	[1],
4	15	[2 − 1 − 4],	[1 + 0],
5	11	[2 + 1 − 2],	[1 + 3],
6	21	[2 − 1 + 5 − 7],	[1 + 1 + 1],
6	13	[2 + 1 + 4 − 1],	[1 + 0 + 1],
8	17	[2 + 1 + 5 + 7 + 4],	[1 + 1 + 1 + 2],
9	19	[2 + 1 − 4 + 3 + 5],	[1 + 1 − 1 − 2],
10	33	[2 − 1 + 8 + 5 + 2 + 14],	[1 + 0 + 1 + 2 + 0],
11	23	[2 + 1 − 5 − 8 − 7 − 2],	[1 + 1 + 0 − 1 − 2],
12	35	[2 − 1 − 9 + 13 − 5 − 13 + 24],	[1 − 1 − 1 + 3 − 3 + 0].
12	39	[2 − 1 − 10 − 4 + 11 + 5 − 4],	[1 + 0 − 2 − 1 + 1 + 0].
14	29	[2 + 1 + 8 − 3 + 1 − 2 + 3 + 9],	[1 + 0 + 1 − 1 + 0 + 1 + 1].
15	31	[2 + 1 − 7 − 11 + 2 + 8 − 3 − 5],	[1 + 1 − 1 − 2 + 0 + 1 − 1].
18	37	[2 + 1 + 10 − 4 + 15 − 5 + 17 − 8 + 11 − 4],	[1 + 0 + 2 − 1 + 3 − 1 + 2 − 1 + 2].
20	41	[2 + 1 + 11 + 16 + 14 + 29 + 30 + 22 + 36 + 34 + 20],	[1 + 1 + 2 + 4 + 3 + 4 + 6 + 4 + 4 + 6].
30	61	[2 + 1 + 16 − 7 + 32 − 20 + 63 − 33 + 72 − 54 + 89 − 62 + 88 − 89 + 95 − 81],	[1 + 0 + 3 − 2 + 6 − 3 + 9 − 6 + 10 − 7 + 12 − 10 + 11 − 11 + 13].

Le procédé de calcul que nous venons d'indiquer est celui qui parait le plus direct, pour obtenir les coefficients des fonctions Y et Z, dans le cas où l'exposant n désigne un nombre premier impair. On peut aussi se servir de ce procédé dans les autres cas; cependant nous exposerons une autre méthode de calcul qui permet d'arriver plus rapidement au résultat, dans le cas des exposants composés de facteurs premiers différents, et aussi dans le cas plus général où l'exposant est le *quadruple* ou l'*octuple* d'un nombre composé de facteurs premiers impairs et différents; on observera, d'ailleurs, que pour l'exposant *double* d'impair, il suffit de changer le signe de z dans les formules du tableau précédent.

Cette dernière généralisation a été énoncée par Cauchy (*), sous la forme suivante : « Supposons que, dans l'équation binôme

$$z^n - 1 = 0,$$

les facteurs premiers impairs de l'exposant n soient inégaux, le facteur pair, s'il existe, étant 4 ou 8. Lorsqu'on aura débarrassé l'équation de ses racines non primitives, le quadruple du premier membre pourra être représenté sous la forme quadratique

$$Y^2 \pm n Z^2,$$

Y, Z, désignant des fonctions entières de la variable z dans lesquelles les diverses puissances de cette variable auront pour coefficients des nombres entiers. »

Nous allons d'abord faire voir comment on peut déduire des formes quadratiques qui proviennent des valeurs impaires de n, considérées plus haut, celles qui correspondent aux valeurs paires $4n$ et $8n$ de l'exposant.

Problème I. — *Déduire de la forme quadratique pour l'exposant impair* n, *la forme qui correspond à l'exposant* 4n.

Soit d'abord, pour n impair, premier ou composé de facteurs premiers différents, la formule

$$4X_n = Y^2 - \left(\frac{-1}{n}\right) nz^2Z^2,$$

dans laquelle nous avons mis en évidence le facteur z du second polynôme; désignons par

$$X'_n,\ A + B\sqrt{z}\ ,\ A' + B'\sqrt{z},$$

les valeurs des polynômes X_n, Y et Z, lorsque l'on y change z en $+\sqrt{z}$, et par

$$X''_n,\ A - B\sqrt{z}\ ,\ A' - B'\sqrt{z},$$

les valeurs des mêmes polynômes, lorsque l'on y change z en $-\sqrt{z}$; nous aurons

(*) *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, p. 180, année 1840.

$$4\,X'_n = \left[A + B\sqrt{z}\right]^2 - \left(\frac{-1}{n}\right) z \left[A' + B'\sqrt{z}\right]^2,$$

$$4\,X''_n = \left[A - B\sqrt{z}\right]^2 - \left(\frac{-1}{n}\right) z \left[A' - B'\sqrt{z}\right]^2;$$

mais le produit des facteurs quadratiques isomorphes donne la formule

$$[u^2 - \alpha v^2]\,[u'^2 - \alpha v'^2] = [uu' + \alpha vv']^2 - \alpha\,[uv' + vu']^2;$$

d'autre part, on a évidemment

$$X'_n\, X''_n = X_n;$$

par suite

$$16X_n = \left[A^2 - B^2 z + \left(\frac{-1}{n}\right) nz(A'^2 - B'^2 z)\right]^2 - 4\left(\frac{-1}{n}\right) nz \left[AA' - BB'z\right]^2.$$

Si l'on remplace z par $-z^2$, on obtient la forme quadratique qui correspond à l'énoncé de Cauchy, pour l'exposant $4n$.

Exemple. — Soit $n = 37$, on a, d'après Legendre (*), pour Y un polynôme du 18e degré dont les coefficients sont

2, 1, 10, -4, 15, -5, 17, -8, 11, -4, 11, -8, 17, -5, 15, -4, 10, 1, 2,

et pour Z un polynôme du 16me degré ayant pour coefficients

1, 0, 2, -1, 3, -1, 2, -1, 2, -1, 2, -1, 3, -1, 2, 0, 1;

par suite,

$$A = 2z^9 + 10z^8 + 15z^7 + 17z^6 + 11z^5 + 11z^4 + 17z^3 + 15z^2 + 10z + 2$$
$$B = z^8 - 4z^7 - 5z^6 - 8z^5 - 4z^4 - 8z^3 - 5z^2 - 4z + 1,$$
$$A' = z^8 + 2z^7 + 3z^6 + 2z^5 + 2z^4 + 2z^3 + 3z^2 + 2z + 1,$$
$$B' = -z^6 - z^5 - z^4 - z^3 - z^2 - z;$$

on trouve ainsi, après réductions, la formule

$$\frac{z^{37} - 1}{z - 1} = Y_1^2 - 37 z Z_1^2,$$

dans laquelle Y_1 désigne un polynôme du 18e degré ayant pour coefficients

1, 19, 79, 183, 285, 349, 397, 477, 579, 627, 579, 477, 397, . . . ,

et Z_1 un polynôme du 17me degré ayant pour coefficients

1, 17, 21, 39, 53, 61, 71, 87, 101, 101, 87, 71, 61, 53, 39, 21, 17, 1.

Si l'on change z en $-z^2$, et si l'on multiplie les deux membres par 4, on obtient la forme quadratique qui convient au produit des racines primitives de l'équation $z^{148} - 1 = 0$.

Le tableau suivant contient les coefficients des diverses puissances de z dans les polynômes Y_1 et Z_1; nous n'avons mis que la moitié de ces coefficients. Le polynôme Y_1 est de degré μ, et contient $\mu + 1$ coefficients égaux deux à deux et de mêmes signes, lorsque μ est pair; égaux, et de signes contraires, lorsque μ est impair. Le polynôme Z_1 est de degré $\mu - 1$, et contient μ coefficients égaux deux à deux et de signes contraires, lorsque n est impair et de la forme $4q + 3$, et que μ

(*) *Mémoires de l'Académie des sciences de Paris*, t. XI.

est pair, comme dans le cas de $n = 15, 35, 39, 51$; les coefficients de z_1 sont égaux, et de mêmes signes, dans tous les autres cas.

TABLEAU DES COEFFICIENTS DE LA FORMULE

$$X_n = Y_1^2 - (-1)^{\frac{n-1}{2}} nz Z_1^2.$$

μ	n	*Coefficients de* Y_1.	*Coefficients de* Z_1.
1	3	[1],	[1],
2	5	[1 + 3],	[1],
3	7	[1 − 3],	[1 + 1],
4	15	[1 − 8 + 13],	(1 − 3],
5	11	[1 − 5 − 1],	[1 − 1 − 1],
6	21	[1 + 10 + 13 + 7],	[1 + 3 + 2],
6	13	[1 + 7 + 15 + 19],	[1 + 3 + 5],
8	17	[1 + 9 + 11 − 5 − 15],	[1 + 3 + 1 − 3],
9	19	[1 − 9 + 17 − 27 + 31],	[1 − 3 + 5 − 7 + 7],
10	33	[1 + 16 + 37 + 19 − 32 − 19],	[1 + 5 + 6 − 1 − 9],
11	23	[1 − 11 + 9 + 19 − 15 + 25],	[1 − 3 − 1 + 5 + 1 + 7],
12	35	[1 − 18 + 48 − 11 − 55 + 11 + 47],	[1 − 6 + 7 + 5 − 8 − 5],
12	39	[1 − 20 + 73 − 119 + 142 − 173 + 193],	[1 − 7 + 16 − 21 + 25 − 30],
14	29	[1 + 15 + 33 + 15 + 57 + 45 + 19],	[1 + 5 + 5 + 1 + 7 + 11 + 5],
15	31	[1 − 15 + 43 − 83 + 125 − 151 + 169 − 173],	[1 − 5 + 11 − 19 + 25 − 29 + 31 − 31],
16	51	[1 − 26 + 121 − 245 + 334 − 431 + 529 − 548 + 529],	[1 − 9 + 26 − 41 + 53 − 68 + 77 − 75],
17	57	[1 + 28 + 121 + 175 + 34 − 125 − 23 + 100 − 95 − 281],	[1 + 9 + 22 + 17 − 9 − 14 + 9 + 5 − 30],
18	37	[1 + 19 + 79 + 183 + 285 + 349 + 397 + 477 + 579 + 627],	[1 + 7 + 21 + 39 + 53 + 61 + 71 + 87 + 101],
20	41	[1 + 21 + 57 + 49 + 7 + 35 + 15 + 11 − 23 − 65 − 31],	[1 + 11 + 34 + 51 + 61 + 60 + 37 + 33 + 44 + 55 + 81].
22	69	[1 + 34 + 181 + 367 + 466 + 529 + 409 + 256 + 325 + 397 + 562 + 721],	[1 + 7 + 11 + 3 + 3 + 5 + 1 + 1 − 9 − 7],
24	105	[1 + 53 + 486 + 1857 + 3981 + 5542 + 5363 + 3421 + 269 − 3264 − 5849 − 6769 − 6821],	[1 + 18 + 101 + 282 + 481 + 556 + 447 + 191 − 149 − 463 − 634 − 666].

Si l'on remplace, dans la formule précédente, z par $\pm \frac{a^r}{b^r}$, on obtient de nouvelles formes quadratiques pour le produit des diviseurs propres de U_{nr} ou de V_{nr} ; ainsi pour $n = 11$, et pour $n = 21$,

$$\frac{U_{11r}}{U_r} = \Delta\,[U_{5r} - 5Q^r\, U_{3r} - Q^{2r}U_r\,]^2 + 11Q^r\,[V_{4r} - Q^r\, V_{2r} - Q^{2r}]^2,$$

$$\frac{U_r\, U_{21r}}{U_{3r}U_{7r}} = [V_{6r}+10Q^r\, V_{4r}+13Q^{2r}V_{2r}+7Q^{3r}]^2 - 21Q^r\,[V_{5r}+3Q^r\, V_{3r}+2Q^{2r}V_r\,]^2.$$

En général, les produits des diviseurs propres de U_r et de V_{nr} sont respectivement des formes quadratiques

$$Y^2 - nQ^r\, Z^2\,, \text{ et } Y^2 + n\Delta Q^r\, Z^2\,,$$

lorsque n désigne un nombre entier, ne contenant aucun facteur carré, et de la forme $4q + 1$; et des formes quadratiques

$$Y^2 + n\Delta Q^r\, Z^2\,, \text{ et } Y^2 - nQ^r\, Z^2\,,$$

lorsque n désigne un nombre entier, ne contenant aucun facteur carré, et de la forme $4q + 3$. Nous ferons observer que ces formes sont, en général, distinctes de celles que nous avons données autrefois (*).

PROBLÈME II. *Déduire de la forme quadratique pour l'exposant* 4n, *quadruple d'impair, la forme qui correspond à l'exposant* 8n.

Désignons par

$$X'_n\,, A + B\sqrt{-1}\,, A' + B'\sqrt{-1},$$

les valeurs des polynômes X_n, Y_1 et Z_1, lorsque l'on change z en $z\sqrt{-1}$, et par

$$X''_n\,, A - B\sqrt{-1}, A' - B'\sqrt{-1},$$

les valeurs des mêmes polynômes, lorsque l'on y remplace z par $-z\sqrt{-1}$, nous aurons

$$X'_n = [A + B\sqrt{-1}]^2 - \left(\frac{-1}{n}\right)nz\sqrt{-1}\,[A' + B'\sqrt{-1}]^2,$$

$$X''_n = [A - B\sqrt{-1}]^2 - \left(\frac{-1}{n}\right)nz\sqrt{-1}\,[A'\sqrt{-1} + B\,]^2.$$

On remarquera la modification introduite dans la seconde partie de X''_n, afin d'obtenir les mêmes formes quadratiques.

En appliquant la formule

$$[u^2 - \alpha v^2][u'^2 - \alpha v'^2] = [uu' - \alpha vv']^2 - \alpha\,[uv' - vu']^2\,,$$

(*) Voir mon mémoire sur la *Théorie des fonctions numériques simplement périodiques*. (Nos 2, 3, 4 de *The American Journal* de Sylvester. — Baltimore, 1878.)

et en observant que $uv' - vu'$ contient le facteur $1 - \sqrt{-1}$ dont le carré est $-2\sqrt{-1}$, on trouve par multiplication,

$$X_{4n} =$$
$$\left[A^2 + B^2 + \left(\frac{-1}{n}\right) nz (A'^2 + B'^2)\right]^2 + \left(\frac{-1}{n}\right) 2nz \left[A(A' + B') - B(A' - B')\right]^2$$

Si l'on change, dans cette relation z en $-z^2$, et si l'on multiplie les deux membres par 4, on obtient la forme quadratique qui correspond, dans l'énoncé de CAUCHY, à l'exposant $8n$, octuple d'impair.

EXEMPLE. — Soit

$$\frac{(z-1)(z^{15}-1)}{(z^3-1)(z^5-1)} =$$
$$\left[z^4 - 8z^3 + 13z^2 - 8z + 1\right]^2 + 15z\left[z^3 - 3z^2 + 3z - 1\right]^2,$$

on en déduit

$$A = z^4 - 13z^2 + 1, \qquad B = 8z^2 - 8z,$$
$$A' = 3z^2 - 1, \qquad B' = -z^3 + 3z,$$

et d'après la formule précédente

$$\frac{(z^2+1)(z^{30}+1)}{(z^6+1)(z^{10}+1)} =$$
$$\left[z^8 + 15z^7 + 38z^6 + 45z^5 + 43z^4 + 45z^3 + 38z^2 + 15z + 1\right]^2$$
$$- 30z\left[z^7 + 5z^6 + 8z^5 + 8z^4 + 8z^3 + 8z^2 + 5z + 1\right]^2.$$

TABLEAU DES COEFFICIENTS DE LA FORMULE

$$X_{4n} = Y_2^2 + \left(\frac{-1}{n}\right) 2nzZ_2^2.$$

μ	$2n$		
2	6	[1 + 3],	[1],
4	10	[1 + 5 + 7],	[1 + 2],
6	14	[1 + 7 + 3 − 7].	[1 + 2 − 1],
8	30	[1 + 15 + 38 + 45 + 43],	[1 + 5 + 8 + 8],
10	22	[1 + 11 + 27 + 33 + 21 + 11],	[1 + 4 + 7 + 6 + 3],
12	26	[1 + 13 + 19 − 13 − 11 + 13 + 7],	
		[1 + 4 + 1 − 4 + 1 + 2],	
12	42	[1 + 21 + 74 + 105 + 55 − 42 − 91],	
		[1 − 13 − 45 + 68 + 83 − 120],	

16	34	[1 + 17 + 59 + 119 + 181 + 221 + 243 + 255 + 257],
		[1 + 6 + 15 + 26 + 35 + 40 + 43 + 44],
18	38	[1 + 19 + 47 — 19 — 135 — 57 + 179 + 209 — 83 — 285],
		[1 + 6 + 5 — 14 — 21 + 10 + 39 + 14 — 37],
20	66	[1 + 33 + 182 + 429 + 697 + 924 + 905 + 693 + 364 + 33 + 73],
		[1 + 11 + 37 + 69 + 102 + 117 + 100 + 67 + 22 + 6.]
22	46	[1 + 23 + 103 + 253 + 469 + 759 + 1131 + 1541 + 1917 + 2231 + 2463 + 2553],
		[1 + 8 + 25 + 52 + 89 + 138 + 197 + 256 + 307 + 348 + 373],
24	70	[1 + 35 + 228 + 770 + 1798 + 3255 + 4911 + 6545 + 8065 + 9450 + 10629 + 11445 + 11737].
		[1 + 12 + 53 + 146 + 297 + 487 + 686 + 875 + 1049 + 1204 + 1326 + 1394],
24	78	[1 + 39 + 254 + 663 + 853 + 468 — 37 + 39 + 532 + 663 + 173 — 468 — 743],
		[1 + 13 + 51 + 93 + 82 + 20 — 10 + 32 + 77 + 54 — 19 — 76],
28	58	[1 + 29 + 159 + 435 + 729 + 841 + 799 + 899 + 1233 + 1421 + 1103 + 551 + 393 + 725 + 967],
		[1 + 10 + 37 + 78 + 107 + 108 + 107 + 138 + 181 + 174 + 107 + 52 + 69 + 118],
30	62	[1 + 31 + 139 + 93 — 391 — 589 + 331 + 1209 + 249 — 1333 — 841 + 837 + 913 — 217 — 385 — 31],
		[1 + 10 + 21 — 14 — 77 — 32 + 117 + 124 — 85 — 178 + 7 + 146 + 43 — 60 — 19],
32	102	[1 + 51 + 434 + 1479 + 2569 + 2244 + 551 — 255 + 946 + 1887 + 329 — 1938 — 1409 + 1479 + 2486 + 153 — 1613],
		[1 + 17 + 87 + 209 + 262 + 144 — 11 + 17 + 164 + 140 — 96 — 211 — 2 + 243 + 156 — 110],
36	111	[1 + 57 + 542 + 2109 + 4909 + 9120 + 15443 + 23655 + 33550 + 45971 + 59633 + 73986 + 88783 + 103227 + 115838 + 126597 + 135451 + 140790 + 142325],
		[1 + 19 + 109 + 315 + 636 + 1124 + 1813 + 2655 + 3687 + 4926 + 6253 + 7618 + 9006 + 10284 + 11371 + 12302 + 12985 + 13296],
36	74	[1 + 37 + 203 + 259 — 143 — 37 + 927 + 259 — 751 + 629 + 1279 — 777 — 639 + 1369 — 33 — 1221 + 653 + 333 — 1145],
		[1 + 12 + 33 + 10 — 25 + 62 + 99 — 54 + 35 — 158 + 41 — 144 + 65 + 128 — 127 — 44 + 113 — 78].

En remplaçant, dans la formule (3), Z par $\frac{a^r}{b^r}$, on a, par exemple, pour l'exposant 10, dans les fonctions simplement périodiques,

$$\frac{V_{10r}}{V_{2r}} = [V_{4r} + 5Q^r V_{2r} + 7Q^{2r}]^2 - 10Q^r [V_{3r} + 2Q^r V_r]^2$$

et en changeant z en $-z$,

$$\frac{V_{10r}}{V_{2r}} = [V_{4r} - 5Q^r V_{2r} + 7Q^{2r}]^2 + 10\Delta Q^r [U_{3r} - 2Q^r U_r]^2$$

En général, le produit des diviseurs propres de V_{2nr} appartient aux deux formes quadratiques

$$Y^2 - 2nQ^r Z^2 \text{ et } Y^2 + 2n\Delta Q^r Z^2.$$

Nous montrerons encore, avant de terminer, comment on peut déduire de la forme quadratique qui convient à un exposant n, impair, ou double, quadruple ou octuple d'impair, celle qui correspond à l'exposant nn', en désignant par n' un nombre premier avec n. Nous prendrons pour exemple $n' = 3$.

Problème III. — *Déduire de la forme quadratique pour l'exposant* n, *celle qui correspond à l'exposant* 3n.

Prenons pour point de départ

$$X_n = Y_1^2 - \left(\frac{-1}{n}\right) nzZ_1^2;$$

désignons par r l'une des racines cubiques imaginaires de l'unité ; par

$$X'_n,\ Ar^2 + Br + C, \quad A'r^2 + B'r + C',$$

les résultats obtenus en changeant z en rz dans les polynômes X_n, Y et Z, et par X''_n le résultat obtenu en changeant z en r^2z dans X_n ; nous aurons

$$X'_n = [Ar^2 + Br + C]^2 - \left(\frac{-1}{n}\right) nz[A'r + B' + C'r^2]^2,$$

$$X'' = [Ar + Br^2 + C]^2 - \left(\frac{-1}{n}\right) nz[A'r^2 + B' + C'r]^2;$$

on remarquera la modification introduite dans les derniers termes de X'_n et de X''_n, pour obtenir les mêmes formes quadratiques. D'autre part, en appliquant la formule

$$[u^2 - \alpha v^2][u'^2 - \alpha v'^2] = [uu' - \alpha vv']^2 - \alpha\,[uv' - vu']^2,$$

et en observant que $uv' - vu'$ contient le facteur $r - r^2 = \sqrt{-3}$, on obtient aisément

$$X_{3n} = G^2 - \left(\frac{-1}{3n}\right) 3nzH^2,$$

avec

$$G = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ A & B & C \\ C & A & B \end{vmatrix} - \left(\frac{-1}{n}\right)nz \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ A' & B' & C' \\ C' & A' & B' \end{vmatrix}; \text{ et } H = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ A & B & C \\ C' & A' & B' \end{vmatrix}.$$

Nous ferons observer, en terminant, que les coefficients des trois tableaux précédents ont été calculés par M. H. Le Lasseur.

M. G. FOURET

Ancien Élève de l'École polytechnique.

SUR LES SURFACES DE VIS.

— *Séance du 29 août 1878.* —

1. — Les surfaces héliçoïdales, et notamment les surfaces de vis, présentent un intérêt tout spécial, non-seulement au point de vue théorique, mais encore et surtout au point de vue des applications. Pour ce motif, nous croyons devoir détacher d'un ensemble de recherches d'un ordre plus général, quelques résultats concernant ces surfaces, qui nous ont paru nouveaux, en les dégageant des développements qui nous y ont conduit.

2. — Quand on considère l'ensemble des surfaces définies par une même équation aux dérivées partielles du premier ordre algébrique, on reconnaît immédiatement une première propriété fondamentale d'un pareil système, que nous avons déjà appelée précédemment un *implexe* (*) : c'est que les plans tangents, en un point quelconque, à toutes les surfaces du système qui passent par ce point, enveloppent un cône d'une classe déterminée θ, et que les points de contact des mêmes surfaces avec un plan quelconque décrivent une courbe d'un ordre déterminé φ. Les deux nombres θ et φ jouent un rôle très-important dans l'étude des propriétés de l'implexe : on peut les appeler *caractéristiques* de l'implexe, et désigner ce dernier par la qualification d'*implexe* (θ, φ).

3. — Surfaces héliçoïdales de même axe et de même pas.

Imaginons un ensemble de surfaces héliçoïdales engendrées autour d'un même axe, par des hélices de même pas h, et prenons pour axe des z l'axe commun des héliçoïdes, les axes des x et des y étant d'ail-

(*) Comptes rendus de l'Académie des sciences, t. LXXIX, p. 407.

leurs assujettis à la seule condition d'être à la fois perpendiculaires entre eux et à l'axe des z : on trouve facilement que ces surfaces ont en commun l'équation aux dérivées partielles

$$(1)\ qx - py = \frac{h}{2\pi}$$

p et q désignant, suivant l'usage, les dérivées partielles de z par rapport à x et à y.

A l'aide de cette équation, on constate immédiatement que les surfaces héliçoïdales qui passent par un même point, y sont toutes tangentes à une même droite, ou, en d'autres termes, que les plans tangents correspondants passent par une même droite : on a par suite $\theta = 1$. On voit de même facilement que les points de contact des mêmes surfaces avec un plan quelconque sont situés sur une droite, et on en conclut $\varphi = 1$. De là ce premier résultat : *les surfaces héliçoïdales de même axe et de même pas constituent, dans leur ensemble, un implexe* (1, 1).

4. — De cette propriété fondamentale découle un grand nombre de conséquences. Nous allons énoncer les plus simples :

I. — *Le lieu des points de contact des plans tangents menés par une même droite* D *à toutes les surfaces héliçoïdales de même axe et de même pas est un hyperboloïde à une nappe qui contient la droite* D.

II. — *L'enveloppe des plans tangents aux mêmes surfaces, en leurs points d'intersection avec une droite* D, *est un hyperboloïde à une nappe passant par la droite* D.

III. — *Le lieu des pieds des normales à ces surfaces issues d'un même point O, est une surface du 3e ordre anallagmatique, ayant en* O *un point conique*. Cette surface contient l'ombilicale, c'est-à-dire le conique imaginaire du plan de l'infini, commune à toutes les sphères.

IV. — *Le lieu des pieds des normales s'appuyant sur deux droites fixes* D *et* D′, *est une surface du 4e ordre qui passe par l'ombilicale et par les droites* D *et* D′.

5. — Chacun des théorèmes que nous venons d'énoncer donne lieu à un théorème concernant une seule surface héliçoïdale.

Si l'on considère une surface héliçoïdale quelconque :

1° *Les points de contact de cette surface avec des plans passant par une droite donnée* D, *sont situés sur un hyperboloïde à une nappe contenant* D.

2° *Les plans tangents à cette surface aux points où elle coupe une droite* D, *enveloppent un hyperboloïde à une nappe passant par* D.

3° *Les pieds des normales issues d'un même point* G *sont sur une surface du 3e ordre contenant l'ombilicale et admettant le point* O *comme point conique.*

4° *Les pieds des normales s'appuyant sur deux droites* D *et* D' *sont sur une surface de 4e ordre passant par l'ombilicale et par les deux droites* D *et* D'.

6. — Surfaces de vis a filet carré de même axe et de même pas.

Les surfaces héliçoïdales ayant un axe donné et un pas donné comprennent en particulier une infinité de *surfaces de vis à filet carré*. Ces dernières surfaces jouissent des propriétés que nous venons de signaler, comme les autres surfaces héliçoïdales : elles en possèdent quelques autres qui leur sont spéciales et dont nous allons donner un aperçu. Les surfaces de vis à filet carré admettent une première équation aux dérivées partielles : l'équation (1), qui est celle de toutes les surfaces héliçoïdales décrites autour de l'axe des z, avec un même pas h; mais elles en admettent une seconde, qui est l'équation bien connue des conoïdes ayant pour directrice rectiligne l'axe des z, et pour plan directeur le plan du xy, c'est-à-dire

$$(2)\quad px + qy = o.$$

Or, nous avons établi dans un travail antérieur (*) qu'un ensemble de surfaces satisfaisant à la fois à deux équations aux dérivées partielles du premier ordre, forme un système de surfaces dont un nombre déterminé μ passent par un point donné quelconque, un nombre déterminé ν touchent une droite quelconque, un nombre déterminé ρ sont tangentes à un plan quelconque. De plus, ces trois nombres, ou *caractéristiques* du système, s'expriment de la manière suivante, en fonction des caractéristiques θ, φ, θ', φ' des deux implexes définis respectivemen par les deux équations aux dérivées partielles. On a :

$$(3)\quad \rho = \theta\theta', \quad \nu = \theta\varphi' + \theta'\varphi, \quad \rho = \varphi\varphi'$$

7. — En remarquant que l'implexe formé de surfaces conoïdes et défini par l'équation (2) a, comme le premier, pour caractéristiques $\theta = 1$, $\varphi = 1$, on conclut des formules (3) que les caractérisques du système de surfaces de vis à filet carré de même axe et de même pas h, sont $\mu = 1$, $\nu = 2$, $\rho = 1$. On a donc ce résultat :

Les surfaces de vis à filet carré, de même axe et de même pas, forment, dans leur ensemble, un système (*1*, *2*, *1*).

8. — De cette propriété importante on peut déduire un grand nombre de conséquences intéressantes : nous n'énoncerons que les plus simples, celles qui se démontrent immédiatement.

I. *Le lieu des points de contact des tangentes menées d'un même point I à toutes les surfaces de vis à filet carré de même axe et de même pas*,

(*) Compter-rendus, t. LXXX. p. 167.

est une surface du 3e ordre passant par le point O, *et contenant l'axe commun des surfaces de vis.*

II. — *L'enveloppe des plans tangents aux mêmes surfaces, en leurs points d'intersection avec un même plan* P, *est une surface de 3e classe tangente au plan* P.

III. — *Le lieu des points de contact des plans tangents aux mêmes surfaces, menés par une droite* D, *est une cubique gauche qui rencontre en deux points la droite* D *d'une part, et l'axe commun des surfaces de vis, de l'autre.*

9. — Chacun des théorèmes précédents donne immédiatement un théorème concernant une seule surface de vis. Le théorème I, par exemple, donne le suivant:

Le lieu des points de contact des tangentes menées d'un point I *à une surface de vis à filet carré est l'intersection de cette surface avec une surface du 3e ordre passant par le point* I *et par l'axe de la surface.*

Cette courbe présente un certain intérêt: elle est, en effet, la *courbe d'ombre propre de la surface de vis supposée éclairée par des rayons lumineux émanant du point* I.

Nous allons chercher l'équation de la surface du 3e ordre qui la contient.

10. — Si nous conservons les axes de coordonnées que nous avons définis plus haut (art. 3), en désignant par α, β, γ, les coordonnées du point I, il est clair que l'on aura l'équation de la surface dont il s'agit, en éliminant p et q entre les équations (1), (2) et l'équation.

$$\gamma - z = p\,(\alpha - x) + q\,(\beta - y)$$

exprimant que le plan tangent au point (x, y, z) à la surface de vis qui y passe, contient le point I.

L'élimination se fait immédiatement et fournit l'équation

$$(4) \qquad \frac{2\pi}{h}(x^2 + y^2)\,(z - \gamma) + \beta\,x - \alpha\,y = o.$$

Cette équation se simplifie un peu, si l'on suppose que l'axe des x ait été choisi de manière à contenir le point I, ce qui est toujours permis. On a alors $\beta = o$, $\gamma = o$, et l'équation (4) se réduit à

$$(5) \qquad \frac{2\pi}{h}(x^2 + y^2)z - \alpha y = o.$$

11. — On vérifie sur cette équation qui est du 3e degré les résultats énoncés plus haut. On voit de plus que la surface qu'elle définit contient l'axe des x, c'est-à-dire la perpendiculaire abaissée du point I sur l'axe de la surface de vis. Par suite, elle est tangente à l'origine au plan des $x\,z$. Nous ne voulons pas nous étendre davantage ici sur les

propriétés de cette surface : nous pouvons seulement remarquer que dans le cas où le point I s'éloigne à l'infini, la surface devient un cylindre de révolution à axe vertical. Pour le reconnaître, supposons que le point $(\alpha\beta\gamma)$ s'éloigne indéfiniment sur la direction

$$\frac{x}{a}=\frac{y}{b}=\frac{z}{c}=\lambda$$

définie par rapport au premier système d'axes. En faisant dans l'équation (4) $\alpha=a\lambda$, $\beta=b\lambda$, $\gamma=c\lambda$, et passant à la limite correspondant à λ infini, on obtient

$$\frac{2\pi}{h}c(x^2+y^2)-bx+ay=0$$

qui est bien l'équation d'un cylindre de révolution à axe vertical. On retrouve ainsi le résultat bien connu consistant en ce que *la courbe d'ombre propre d'une surface de vis à filet carré, éclairée par des rayons parallèles, se projette sur un plan perpendiculaire à l'axe de la surface suivant une circonférence.*

12. — Revenons maintenant au second des deux systèmes d'axes de coordonnées définis précédemment, et cherchons l'équation de la projection sur le plan xy de la courbe d'ombre relative au point I.

On trouve aisément que l'équation de la surface de vis à filet carré est

$$y=x\operatorname{tg}\frac{2\pi}{h}(z-k) \tag{6}$$

On obtiendra l'équation de la projection de la courbe d'ombre sur le plan des xy, en éliminant z entre les équations (5) et (6). L'élimination se fait immédiatement et donne

$$(x^2+y^2)\left(\frac{h}{2\pi}\operatorname{arc}\operatorname{tg}\frac{y}{x}+k\right)-\frac{\alpha h}{2\pi}y=0. \tag{7}$$

Si l'on prend pour pôle l'origine et pour axe polaire l'axe des x, l'équation de la courbe (7) en coordonnées polaires peut s'écrire, en désignant les deux coordonnées, rayon vecteur et amplitude, respectivement par r et θ :

$$r\left(\frac{h}{2\pi}\theta+k\right)-\frac{\alpha h}{2\pi}\sin\theta=0$$

d'où

$$r=\frac{\alpha\sin\theta}{\theta-\omega} \tag{8}$$

en posant pour abréger

$$\omega=-2\pi\frac{k}{h}. \tag{9}$$

L'équation polaire (8) est, comme on le voit, d'une extrême simpli-

cité : elle se prête avec la plus grande facilité à la construction et à l'étude de la projection de la courbe d'ombre, et à ce titre elle mériterait peut-être de trouver place dans les traités de géométrie descriptive.

13. — L'équation (8) devient encore plus simple, lorsque $\omega = 0$: elle se réduit alors à

$$(10) \qquad r = \frac{\alpha \sin \theta}{\theta}$$

Pour qu'il en soit ainsi, il faut et il suffit, d'après la relation (9), que l'on ait $k = 0$. Cette condition exige que l'axe des x soit une génératrice de la surface de vis, en d'autres termes que le point lumineux I soit situé sur la surface.

La courbe (10) est très-intéressante à étudier ; mais cette étude nous entraînerait trop loin (*).

14. — On obtient sans difficulté la projection de la courbe d'ombre sur les plans des xz et des yz. Les équations de ces projections sont respectivement

$$x = \frac{\alpha h}{2\pi} \frac{\sin \frac{2\pi}{h}(z-k)}{z}$$

$$y = \frac{\alpha h}{2\pi} \frac{\sin \frac{2\pi}{h}(z-k)}{z}$$

Elles permettraient de construire très-aisément ces deux courbes.

15. — Surfaces de vis a filet triangulaire. — Si l'on considère l'ensemble des surfaces de vis à filet triangulaire de même pas h, engendrées autour du même axe oz par des droites également inclinées d'un angle α sur cet axe, on reconnaît facilement qu'elles font partie de deux implexes : 1° l'implexe (1, 1) composé des surfaces héliçoïdales de pas h autour du même axe oz ; 2° l'implexe (2, 2) composé des surfaces gauches engendrées par une droite s'appuyant sur oz et inclinée d'un angle constant α sur cet axe. Par suite les surfaces de vis à filet triangulaire définies plus haut forment dans leur ensemble un système dont les caractéristiques sont :

$$\mu = \theta\theta' = 2, \; \nu = \theta\varphi' + \theta'\varphi = 4, \; \rho = \varphi\varphi' = 2.$$

16. — On conclut de là plusieurs théorèmes intéressants, parmi lesquels nous citerons le suivant :

Le lieu des points de contact des plans tangents menés par un point

(*) Depuis que cette note a été communiquée au Congrès, nous avons trouvé un moyen des plus simples de construire la tangente à la courbe en question, en un point quelconque M. On l'obtient en effet en joignant le point M au point symétrique par rapport à OM de la projection horizontale du point lumineux.

fixe I à une surface de vis à filet triangulaire est l'intersection de cette surface avec une surface du 6e ordre.

La courbe ainsi définie n'est autre chose que la courbe d'ombre propre de la surface de vis pour des rayons émanant du point I. On sait déjà que la surface du 6e ordre sur laquelle elle se trouve se réduit à un cylindre du 4e ordre, lorsque le point lumineux s'éloignant à l'infini, les rayons lumineux deviennent parallèles. La projection, sur un plan perpendiculaire à l'axe, de la courbe d'ombre que l'on obtient dans ce cas, a été l'objet, comme on sait, des recherches de plusieurs géomètres, parmi lesquels nous devons citer notamment Poncelet et M. Mannheim.

M. A. LAISANT

Docteur ès sciences, Député de la Loire-Inférieure.

FORMULE RELATIVE A DES SOMMATIONS ALGÉBRIQUES.

— *Séance du 29 août 1878.* —

Soit une série de progressions arithmétiques :

$$\begin{array}{llll} a+\alpha, & a+2\alpha, & \ldots\ldots & a+n\alpha, \\ b+\beta, & b+2\beta, & \ldots\ldots & b+n\beta, \\ \ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots \\ f+\varphi, & f+2\varphi, & \ldots\ldots & f+n\varphi, \end{array}$$

et supposons qu'on fasse le produit de tous les termes d'une même colonne, ce qui donnera la suite :

$$P_1,\quad P_2,\quad \ldots\ldots\quad P_n.$$

Posons

$$S_k = 1^k + 2^k + \ldots\ldots + n^k.$$

Si nous voulons avoir la somme $\Sigma = P_1 + P_2 + \ldots P_n$, il suffira d'écrire la formule symbolique :

$$\Sigma = (a\,S^0 + \alpha\,S)\,(b\,S^0 + \beta\,S)\ \ldots\ (f\,S^0 + \varphi\,S)$$

où tous les exposants de S devront être remplacés par des indices, une fois le produit effectué, S^0 étant d'ailleurs égal à n.

Il suffit, pour établir cette formule, de développer le terme général

$P_m = (a + m\alpha)\,(b + m\beta)\ .\ .\ .\ (f + m\varphi)$, et d'effectuer la sommation pour chaque terme.

Cette relation symbolique nous semble pouvoir être utilement ajoutée à celles qu'a données M. Édouard Lucas dans son remarquable mémoire sur les nombres de Bernoulli et d'Euler.

M. A. LAISANT

Docteur ès sciences, Député de la Loire-Inférieure.

SUR LA DÉFORMATION MÉTALLIQUE DES SURFACES.

— Séance du 29 août 1878. —

Lorsqu'on cherche à emboutir un disque métallique circulaire, pour lui donner la forme d'un cylindre, il peut être intéressant d'étudier, comme vient de le faire M. Tresca, ce que devient une figure primitivement tracée sur le plan du disque, et particulièrement un quadrillage tracé suivant les directions de deux diamètres perpendiculaires.

Les données expérimentales doivent évidemment jouer ici un rôle prépondérant. Si l'on admet, ce qui semble vérifié par les faits, que la densité se conserve, ainsi que l'épaisseur, un calcul facile permet d'établir les formules de transformation.

Prenons, en effet, un élément d'aire compris entre deux rayons infiniment voisins et deux cercles concentriques infiniment rapprochés. Nous avons, en appelant a le rayon du cercle de base, r et θ les coordonnées polaires ordinaires, $r\,dr\,d\theta$ pour l'expression de cette aire. Or, après la déformation, elle sera, si nous désignons par z l'ordonnée suivant la génératrice du cylindre : $a\,dz\,d\theta$. Donc,

$$a\,dz = r\,dr$$

et, en intégrant,

$$(1) \qquad z = \frac{r^2 - a^2}{2a}$$

Cette formule nous permet de trouver l'équation de toute ligne, lorsqu'on développera la surface cylindrique sur un plan. Il suffira d'y joindre, en effet, l'expression de l'abscisse

$$(2) \qquad u = a\theta$$

D'où

$$r = \sqrt{2\,az + a^2}\ , \qquad \theta = \frac{u}{a}$$

Par exemple, une droite perpendiculaire à l'axe polaire

$$r = \frac{c}{\cos\theta}$$

deviendra, après déformation et développement du cylindre,

$$\sqrt{2\,az + a^2} \,.\, \cos\frac{u}{a} = c$$

Cette courbe a pour asymptotes les parallèles à l'axe des z, répondant aux abscisses $u = \pm\frac{\pi}{2}\,a$.

Il pourrait être intéressant d'étudier en détail les propriétés de ces figures transformées par emboutissage, et aussi d'examiner l'emboutissage suivant des sphères, ou même suivant des figures quelconques de révolution.

M. GENAILLE

Ingénieur civil à Lyon.

SUR UNE NOUVELLE MACHINE A CALCULER

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. GENAILLE fait une communication sur les principes de sa nouvelle méthode de calcul. Celle-ci permet aux personnes qui n'ont pas l'habitude des opérations de l'arithmétique d'apprendre à compter mécaniquement, avec une exactitude rigoureuse. L'addition s'effectue par la transcription des nombres, et, dès que le premier nombre de l'opération est inscrit, on obtient le total en quatre ou cinq secondes pour les nombres de six chiffres.

Il fait remarquer la simplicité de construction des tables de multiplication et de division. On obtient mécaniquement, par la simple lecture, les produits partiels les plus compliqués et aussi l'intérêt d'une somme placée à un taux quelconque.

DISCUSSION

M. COLLIGNON. — On doit féliciter l'auteur de cette méthode ingénieuse et engager les personnes qui font des calculs à prendre connaissance de cette méthode.

M. MANNHEIM signale la disposition de l'appareil exécuté autrefois par le docteur Roth qui rappelle, sous certains points, celle imaginée par M. Genaille.

M. LAISANT fait remarquer que, tout en s'appliquant à la recherche d'un procédé de calcul, en dehors des machines arithmétiques, l'auteur a trouvé, en réalité, le principe d'une machine à multiplication, remarquable par sa grande simplicité. Il suffit, en effet, de remplacer les lignes tracées sur les planchettes par de petites cloisons matérielles, de placer les planchettes horizontalement, et dans un plan vertical, pour qu'une bille pesante suive nécessairement le chemin que doit suivre l'œil dans le procédé de l'inventeur. Une disposition facile à imaginer permettrait à cette bille de faire apparaître, automatiquement, l'un des chiffres du produit. On aurait ainsi une machine fonctionnant sous l'action de la pesanteur et qui donnerait presque instantanément le produit d'un nombre quelconque, par un multiplicateur d'un seul chiffre. Cette observation présente beaucoup d'intérêt.

Présentation de travaux imprimés

ENVOYÉS AU CONGRÈS

POUR ÊTRE COMMUNIQUÉS A LA SECTION

Notices diverses sur Philippe de Girard.

L'ordre du jour des 1re et 12e sections comprenaient plusieurs autres travaux envoyés par leurs auteurs et qui n'ont pu être lus en séance, faute de temps. Nous en reproduisons les titres ci-après :

M. C. ABRAMI, professeur de mécanique générale à l'École impériale des ponts et chaussées de Constantinople. — *Théorie des axes et centres radicaux par rapport à trois circonférences.* — *Méthode de détermination des dimensions à donner aux éléments du parallélogramme Peaucellier.*

M. P. PETIT, instituteur à Serley (Saône-et-Loire). — *Solution de quelques problèmes de géométrie.*

3e et 4e Sections

NAVIGATION — GÉNIE CIVIL ET MILITAIRE

Président. . . . . M. LÉONCE REYNAUD, Inspecteur général des ponts et chaussées Directeur des phares.
Secrétaire. . . . . M. HIRSCH, Ingénieur des ponts et chaussées.
Secrétaire adjoint. . . . . M. PILLET, Répétiteur à l'École polytechnique.

M. Léonce REYNAUD

Inspecteur général des ponts et chaussées, Directeur des phares.

ALLOCUTION.

— Séance du 23 août 1878. —

L'ardeur aux découvertes scientifiques et à leurs applications paraît être le caractère le plus saillant de notre époque. Des sciences cultivées depuis longtemps ont été presque renouvelées de nos jours ; d'autres, à peine en germe au commencement du siècle, sont constituées aujourd'hui et ont ouvert aux esprits de nouveaux horizons ; plusieurs sociétés analogues à la nôtre sont, comme elle, d'institution récente, et, comme elle aussi, concourent avec succès à la propagation des études sérieuses ; enfin il n'est pour ainsi dire pas une vérité jusqu'alors méconnue qui, proclamée par la science, ne soit élaborée par des intelligences toujours en éveil et ne répande immédiatement ses bienfaits.

C'est peut-être surtout dans les grands travaux d'utilité publique que ce dernier ordre de faits s'est le plus prononcé, et a été le plus profitable pour tous. Je voudrais vous y arrêter un instant avant de donner la parole à des collègues que vous êtes à juste titre impatients d'entendre. Je ne serai pas long.

On parle généralement plus volontiers des vastes constructions de l'ancienne Égypte ou de la Rome des Césars que de celles des temps modernes, et l'on est porté à plus d'admiration pour le passé que pour

le présent. Qu'on soit vivement frappé de l'intelligence et de l'énergie qui ont présidé à la création des pyramides, des temples et des tombeaux des bords du Nil, à la mise en place de matériaux de dimensions colossales, à l'ouverture de nombreuses routes solidement établies pour mettre en relations toutes les parties du plus vaste empire qui ait jamais été rangé sous une même loi : il n'y a certes là rien que de très-légitime. Toutes les manifestations du génie et de la puissance de l'homme ont droit au respect. Mais il y aurait injustice à méconnaître que nos travaux l'emportent de beaucoup sur ceux de l'antiquité, tant par l'esprit dans lequel ils sont conçus que par le développement qui leur a été donné. Nos chemins de fer à eux seuls ont fait construire en Europe, depuis moins d'un demi-siècle, plus d'ouvrages analogues aux célèbres aqueducs des romains que n'en produisaient jadis des milliers d'années, nous avons percé plus de voies souterraines à travers les rochers les plus durs qu'on ne l'avait fait depuis l'origine des temps, et il est permis d'affirmer que nos constructions témoignent de plus de science et de hardiesse, sans présenter, pour la plupart, moins de garantie de durée, que celles dont on se plaît trop souvent à exalter les mérites. Et, il est à remarquer, que les grandes entreprises de travaux publics ne s'appuient plus sur l'esclavage, qu'elles ne condamnent plus à de misérables et honteuses existences la plupart des hommes dont elles empruntent les bras, et que, grâce aux puissantes machines d'invention moderne, qui se sont si heureusement substituées aux esclaves, elles sont devenues des agents de prospérité, pendant, comme après leur exécution.

La science ne s'est pas bornée d'ailleurs à nous doter de ces précieux auxiliaires; les heureuses innovations abondent dans l'état actuel de l'art des constructions.

Il n'y a pas soixante ans que les idées les plus fausses avaient encore cours sur les mortiers, sur cette importante matière dont l'usage remonte pourtant à une haute antiquité. Ils étaient bons ou mauvais, suivant les hasards des circonstances locales, lorsque Vicat en a révélé la théorie et a montré comment leurs propriétés varient avec leur composition. Grâce à lui et aux savants ingénieurs qui ont poursuivi ses études, les mortiers modernes sont bien supérieurs à ceux des anciens, satisfont à plus d'exigences, et ont permis d'exécuter avec succès des travaux qu'on n'aurait pas osé entreprendre autrefois.

A peine découverts, les courants électriques font partir des mines d'une puissance jusqu'alors inconnue, fournissent une lumière abondante aux opérations qui doivent être poursuivies pendant la nuit, et augmentent considérablement l'éclat et la portée de notre éclairage maritime.

Par l'air comprimé, des fondations s'établissent solidement à de grande

profondeurs dans les terrains les plus difficiles, en même temps que le scaphandre, cette autre invention récente, assure l'exécution d'excellentes maçonneries en pleine mer et jusqu'à vingt mètres au-dessous de la surface de l'eau.

Enfin c'est encore aux progrès de la science et de l'industrie qu'on doit l'abaissement du prix du fer, ce métal précieux entre tous qui, à peine employé autrefois dans les grands travaux de construction, y remplit depuis quelques années un rôle si important, et, se substituant à la pierre ou au bois, nous a permis d'établir un si grand nombre de ponts remarquables à la fois par leur élégance et la dimension de leurs arches, de couvrir de vastes surfaces sans les encombrer de points d'appui, d'édifier de hautes tours de phares qui se transportent sur des écueils isolés en mer, ou, jusqu'aux antipodes, sur des plages dépourvues de toute ressource, et plus encore, de doter presque toutes les parties du globe de ces nouvelles voies de communications dont la bienfaisante influence, déjà si grande, est appelée à se développer dans d'énormes proportions.

La France, messieurs, n'est pas restée en arrière dans le mouvement auquel ont pris part toutes les nations civilisées, et ses efforts ont été trop fructueux pour qu'il n'y ait pas intérêt à en signaler les résultats. Depuis 1830, elle n'a pas exécuté moins de 36,000 kilomètres de routes nationales ou départementales, en y dépensant plus de 800 millions, et il a été produit bien davantage aux prix de plus grands sacrifices sur les chemins vicinaux dont le développement s'élève aujourd'hui à 386,000 kilomètres en bon état de viabilité, et pour lesquels il a été dépensé depuis 1836, date de la loi qui les régit, près de 4 milliards, y compris, il est vrai, les frais d'entretien.

La France n'avait que 1,812 kilomètres de canaux en 1830; elle en compte aujourd'hui 4,421, à quoi il convient d'ajouter 6,937 kilomètres de rivières canalisées ou notablement améliorées au point de vue de la navigation. Les dépenses faites sous cet ordre de travaux se sont élevées à 700 millions environ de 1830 à 1876.

Nous avions 22 kilomètres de chemins de fer en 1830; à la fin de 1876, ce chiffre s'élevait à 22,673 et le développement des lignes en cours d'exécution était de 8,539 kilomètres. Sur le total de 31,212 kilomètres, 22,758 étaient à cette dernière date distribués entre six grandes compagnies dont les dépenses s'élevaient à 8,323 millions, y compris les subventions accordées par l'État, qui montaient à 1,175,991,000. Nous n'avons pas de chiffres précis en ce qui concerne les dépenses faites par les petites compagnies, tant pour les lignes dites d'intérêt général que pour celles d'intérêt local, mais on ne s'éloignera pas beaucoup de la vérité en l'évaluant à un milliard environ.

Dans le même laps de temps, des travaux considérables, qui ont coûté plus de 400 millions, ont été exécutés dans l'intérêt de la navigation maritime. Deux cents de nos ports de mer ont été améliorés et développés, quelques-uns sur une grande échelle, tels que ceux de Dunkerque, du Havre, de Brest, de Saint-Nazaire et de Marseille. En 1830, l'éclairage de notre littoral ne se composait que de 53 phares, dont les appareils optiques relativement défectueux ont été tous remplacés depuis lors, et nous avons aujourd'hui 372 phares dont plusieurs sont de remarquables édifices. En 1830 encore notre balisage maritime était d'une telle insignifiance que les documents officiels n'en tenaient aucun compte; il comportait 941 ouvrages de diverses natures en 1853, et il en présente actuellement 3,234.

Je voudrais, avant de finir, vous parler d'autres travaux encore : de ceux qui ont été si rapidement exécutés dans ces dernières années par le génie militaire pour assurer la défense de notre territoire; de ces fortifications de Paris, grâce auxquelles nous avons pu prolonger une lutte qui a eu ses gloires à côté de ses désastres; de nos constructions navales, qui ont été si fécondes en innovations et en œuvres colossales; des remarquables ouvrages métalliques que nos grandes usines ont livrées à la plupart des puissances étrangères; des travaux qui ont eu pour objet l'assainissement ou l'irrigation de diverses parties du territoire; de ceux qui ont introduit de très-importantes améliorations dans la plupart de nos grandes villes. Il y aurait à signaler les admirables entreprises de la ville de Paris, qui a ouvert tant de beaux et larges débouchés à une circulation toujours croissante, et qui, dans le demi-siècle que nous venons de parcourir, a passé, pour ses égouts, d'une longueur de moins de 78 kilomètres à celle de 600 kilomètres; pour le volume moyen d'eau distribué par jour, de 19,300 mètres cubes à 291,000 mètres cubes; pour son éclairage public, d'une quantité de lumière évaluée à ce que produiraient 20,712 bougies de l'Etoile à celle de 201,412 bougies dans son ancienne enceinte et de 379,660 dans l'enceinte actuelle.

Mais je suis tenu de me borner, et d'ailleurs, si succinct qu'il soit, le résumé que je viens d'avoir l'honneur de vous présenter parait suffire pour nous encourager dans la voie que nous poursuivons, et pour donner une idée des services rendus dans l'une des branches les plus productives de l'activité humaine par le pays qui est resté grand, malgré ses malheurs, pour avoir virilement adopté le mot d'ordre de l'empereur romain, mot d'ordre qui est aussi celui de notre association : *laboremus*

M. Alfred DURAND-CLAYE

Ingénieur des ponts et chaussées et de la Ville de Paris.

L'ASSAINISSEMENT MUNICIPAL.

(EXTRAIT.)

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. Durand-Claye, répondant à la bienveillante invitation qui lui a été adressée par M. le président des 3e et 4e sections, expose les principes de *l'assainissement municipal :*

1° *Conditions générales.* — Importance moderne des agglomérations humaines. — Influence du climat, de la disposition topographique, hydrologique, géologique du terrain. — Diversité de mœurs et d'habitudes : la vie *horizontale* dans les maisons françaises; la vie *verticale* dans les maisons anglaises;

2° *Assainissement intérieur des villes :*

Objet : Disparition rapide, en grande partie à l'aide de l'eau, des détritus produits par la vie journalière.

A. *Distribution d'eau.* — Son rôle essentiel dans l'assainissement. — Cubes consommés. — Qualités des eaux : eaux des nappes, des rivières, des sources. — Dérivations et machines élévatoires. — Réservoirs. — Distributions anciennes par châteaux d'eau. — Distributions modernes en pression. — Canalisation et accessoires. — Distribution à l'intérieur des habitations et sur la voie publique.

B. *Assainissement des habitations. — Eaux ménagères.* — Branchements particuliers :

Vidanges. — Fosses fixes. — Systèmes diviseurs. — Écoulement à l'égout. *Ordures ménagères.* — Police. — Chiffonnage.

C. *Assainissement de la voie publique :*

Enlèvement de la boue, des ordures, de la neige.

Enlèvement des eaux ménagères, des eaux de pluie, des vidanges. — Réseau des égouts. — Dimensions et pentes. — Collecteurs. — Curage. — Système anglais. — Système français. — Exemples des égouts de Paris, Londres, Bruxelles.

2° *Assainissement extérieur :*

Objet : Disparition sans porter atteinte à la salubrité publique, et même en les utilisant, des détritus solides et liquides sortis des villes.

A. Transport et traitement des *boues et ordures ménagères.* — Leur cube. — Leur composition chimique. — Gadoues.

B. Transport et traitement des *matières de vidange*. — Leur cube. — Leur composition chimique. — Tonnes. — Tinettes. — — Dépotoirs. — Voiries.

Utilisation directe par la culture. (Alpes-Maritimes, Nord, Chine, etc.). — Transformation en engrais solides : poudrettes, sulfate d'ammoniaque.

C. Transport et traitement des *eaux d'égout*. — Leur cube ; leur composition physique et chimique.

Conséquence du déversement des eaux d'égout dans les fleuves et rivières.

Leur élévation par machines : pompes spéciales.

Systèmes d'épuration et d'utilisation :

Procédés *mécaniques*.

Procédés *chimiques*.

Procédés *naturels* : le sol et la végétation.

Exposé et comparaison des principaux systèmes.

Théorie de l'épuration par le sol : travaux de MM. Frankland et Schlœsing.

Exemples : Applications diverses en Angleterre. — Les irrigations de la plaine de Gennevilliers à Paris, de Dantzig et de Berlin en Allemagne. — Essais divers en Belgique, en Italie, etc.

M. VIAL

Agent-principal de la Compagnie Transatlantique au Havre.

DES MOYENS DE PRÉVENIR LES ABORDAGES ENTRE NAVIRES A VAPEUR.

— *Séance du 23 août 1878.* —

RÉSUMÉ SOMMAIRE.

M. Vial rappelle en quelques mots les progrès matériels accomplis dans les services de la Compagnie transatlantique pendant l'année par son président, M. E. Pereire ; les instructions si pratiques rédigées par M. le capitaine Trudelle pour l'atterrissage de New-York en temps de brume. et l'étude approfondie faite en 1874 par M. le commandant Bayot sur les règles de route à la mer pour éviter les abordages.

L'expérience a prouvé que dans certaines circonstances, les règles de route prescrites pour éviter les abordages entre navires à vapeur sont devenues insuffisantes.

Ces règlements datent d'une époque déjà ancienne. Ils manquent de précision et de brièveté. Ils laissent une trop grande latitude à l'initiative individuelle des marins (art. 19).

Ils n'indiquent point les moments où il y a danger et, par suite, obligation de manœuvrer.

Enfin, lorsqu'il y a eu abordage, ils ne permettent point d'attribuer nettement auquel des deux abordeurs incombe la responsabilité de l'accident.

Aujourd'hui, les navires à vapeur ont fréquemment des longueurs de 100 à 150 mètres et des vitesses de 11 à 16 nœuds à l'heure sur certaines lignes, notamment sur celles d'Europe aux États-Unis de l'Amérique.

Les officiers qui manœuvrent ces puissants steamers doivent aussitôt qu'un navire est en vue à petite distance, évoluer pour l'éviter avant même d'avoir pu reconnaître exactement son relèvement, sa route et sa vitesse.

En effet, quand le temps n'est pas clair, ce qui est fréquent par des

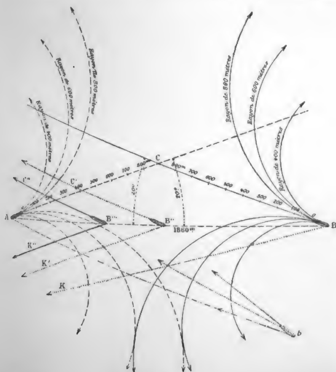


Fig. 16.

latitudes élevées, les navires apparaissent brusquement comme des masses confuses à un, deux ou trois milles de portée. — Un bâtiment à vapeur peut être sur eux avant d'avoir pu les distinguer nettement.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur la figure 16 qui représente deux

navires A et B dont les routes se croisent en C pour comprendre que ces bâtiments, s'ils ont plus de 100 mètres de longueur et des vitesses de 10 à 12 nœuds doivent manœuvrer de suite avant d'être à moins de 1 mille de distance, s'ils veulent s'éviter sûrement.

Ils décrivent des courbes qui ont environ 800 mètres de rayon et qui, pendant les deux premières minutes de leur évolution, les éloignent de 150 mètres tout au plus de leurs trajectoires A C, B C. Ils peuvent se croiser au point C en deux minutes environ. Si, dans les premiers instants, les officiers de quart n'ont pas été très-exactement renseignés sur la position, la route et la vitesse de l'autre navire en vue, ce qui a lieu généralement, ils agissent un peu au hasard ; car le règlement actuel a basé ses prescriptions sur les positions et les routes respectives des deux navires.

Si A, qui doit se déranger (art. 14) vient sur tribord, avant que la route suivie par B lui soit connue et si B, au lieu de suivre une trajectoire B C supérieure à la ligne de relèvement A B, marche suivant cette trajectoire ou même une route inférieure B K ou B'K', cette manœuvre, bien que réglementaire, précipite l'abordage.

Si A vient sur babord, la courbe qu'il décrit peut être coupée par la route de B dont la vitesse est inconnue aussi bien que la direction exacte.

Les mêmes raisonnements peuvent être faits par l'officier qui manœuvre le navire B.

En un mot, B pouvant être en B' ou B'' ou suivre l'une des routes B C, A B ou B'C' ou B''C'' ou B K, B'K', B''K'', tout mouvement de A peut être dangereux, si on s'en tient aux termes de la règle actuelle.

Principe. — Nous pensons qu'il y a nécessité d'adopter un nouveau règlement absolu qui soit toujours le même pour chacun des deux navires en vue et qui *soit basé sur le seul élément exact de la position de l'autre bâtiment, sur son relèvement approché.*

Voici le texte que nous proposons pour remplacer les articles 13 et 14 du règlement actuel.

Règle proposée. — « Deux navires à vapeur, *lorsqu'ils sont à moins d'un mille de distance :*

1° S'ils courent droit l'un sur l'autre, doivent venir sur tribord tous les deux ;

2° Si leurs routes se croisent, viendront chacun de 8 quarts (90°) du bord opposé à celui où il relève l'autre bâtiment ;

3° Celui qui viendra sur babord stopera, fera au besoin machine en arrière et laissera passer l'autre avant de reprendre sa route ;

4° Si celui-ci qui est venu sur tribord croit la collision imminente, il devra, tout en effectuant le mouvement prescrit, stoper et faire machine en arrière, puis remettre en marche lorsque tout danger sera passé. »

Cette règle se rapproche de plusieurs de celles qui ont été proposées, et surtout du projet de M. Lacon ; mais elle est plus complète, plus simple et plus impérative.

Elle oblige les deux bâtiments à manœuvrer lorsqu'ils sont dans une situation dangereuse, à un mille de distance, en prenant immédiatement des routes parallèles.

On voit par les figures 17 et 18 que lorsque les navires sont très-rapprochés, la manœuvre d'un seul d'entre eux est souvent insuffisante pour prévenir la collision.

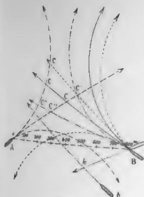


Fig. 17.

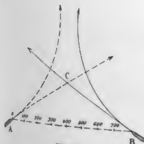


Fig. 18.

D'après notre projet, l'officier de quart, aussitôt qu'un bâtiment est en vue à une distance de 1 mille et peut croiser sa route, fait venir son navire de 90° du bord opposé à celui où il a aperçu ce danger, sans se préoccuper des manœuvres et de la route de l'autre bâtiment. Il agit comme s'il avait aperçu brusquement tout autre obstacle, une côte, une roche, une épave.

En attendant que cette règle si simple, qui a le grand mérite de l'unité, ait pu être acceptée, constatons qu'un grand nombre d'abordages ont eu lieu par suite des fausses appréciations des routes et des vitesses relatives des navires.

Fréquemment les officiers qui dirigent des vapeurs à grande vitesse croient qu'ils doubleront facilement les navires qu'ils rencontrent et n'hésitent pas à leur couper la route.

Cette manœuvre est sans danger neuf fois sur dix ; mais lorsque le navire rencontré est aussi un grand marcheur, l'abordage peut être rendu inévitable par cette imprudence.

Il est donc sage de recommander à tous les navires de ne jamais hésiter à stoper, à marcher en arrière et à laisser passer un autre bâtiment qui croise leur route à petite distance, lorsqu'il y a quelque incertitude sur sa position, sur sa route et sur sa vitesse.

M. L. ROLLAND-BANNÈS

Ingénieur civil,
Membre de la Société havraise d'études diverses et de la Société géologique de France.

MOYENS DE PRÉVENIR LES EXPLOSIONS DU GRISOU.

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. BOUQUET DE LA GRYE

Ingénieur hydrographe de la marine.

DOSAGE DE LA VASE EN SUSPENSION DANS L'EAU (1).

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. H. de la ROCHE-TOLAY

Ingénieur en chef du service maritime de la Gironde.

SUR LE RÉGIME DE LA GARONNE ET SUR LES MOYENS A ADOPTER POUR SON AMÉLIORATION.

— *Séance du 24 août 1878.* —

Dans l'état actuel de la Garonne entre Bordeaux et Pauillac, la profondeur des barres à basse mer est rarement de moins de 2^m, excepté au Bec-d'Ambès où elle a été souvent inférieure à 1^m50, depuis moins de dix ans. Les navires de 5^m30, remorqués, peuvent habituellement, quand le Bec-d'Ambès atteint 2^m50, descendre en une marée ; ceux de 6^m ne peuvent être retardés de plus de trois jours. Les transatlantiques de 6^m50 peuvent, pour un tiers de leurs voyages, passer sans être allégés.

Cet état, quoique favorable relativement au passé, ne donne pas aux opérations maritimes les facilités nécessaires ; il fait obstacle à ce que le

(1) Voir *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1877, t. LXXXV, p. 778.

commerce acquière le développement que la position si favorable de Bordeaux peut produire. Les conditions de navigation, qui en résultent, sont très-inférieures à celles des ports de Londres et d'Anvers.

L'enquête qui a eu lieu en 1874 a montré aux populations intéressées que le tracé de la Garonne comportait sur toutes les barres une profondeur de 5m à basse-mer, qui permettait tous les jours le passage des plus grands navires qu'emploie le commerce. Cette profondeur est supérieure à celles qu'offrent l'Escaut et la Tamise.

La commission d'enquête, instituée en 1874, s'est bornée à demander qu'on réalise au plus tôt le mouillage de 3m50 pour les deux barres placées à la sortie du port et celui de 4m sur les barres suivantes.

Cette amélioration doit suffire pour que les navires employés aujourd'hui ne trouvent plus, que très-exceptionnellement, des causes de retard.

Dans son rapport, présenté le 27 février 1878, la Commission locale du port de Bordeaux a proposé de réaliser ce vœu dans une première période; mais elle a indiqué en même temps que cette amélioration ne peut être stable si ces premiers travaux n'étaient pas suivis d'une seconde période comportant une amélioration complète. Les propositions de la Commission locale ne sont que le développement des conclusions de la Commission d'enquête réunie en 1874, conclusions qui se résument ainsi qu'il suit:

L'unique moyen d'améliorer la Garonne est d'établir les rives suivant des courbes régulières, dont les éléments doivent être déterminés par l'expérience, et, en même temps de donner au fleuve des largeurs graduellement croissantes de la limite où s'arrête la marée jusqu'à l'embouchure.

Le rapport de la Commission d'enquête, qui a indiqué cette règle très-simple, est fondé sur les observations qu'elle a faites sur la Garonne et sur les discussions auxquelles elle s'est livrée. On peut résumer de la manière suivante les considérations qui en font la base.

Le fond du lit de la Garonne est principalement formé, sur une épaisseur de 15 à 20m au-dessous de basse-mer, de sables mobiles contenant des éléments vaseux; dans l'épaisseur de cette couche on trouve, lorsqu'elle n'a pas été remuée depuis longtemps, des bancs de graviers et des bancs de vase produits par des phénomènes antérieurs à l'état actuel.

Le relief du lit résulte de dépôts, plus ou moins réguliers, représentant des bancs et des chenaux de hauteurs médiocres puisque les dénivellations dépassent rarement 3m au-dessus et au-dessous d'un plan moyen situé 4m50 sous basse-mer.

Sauf dans les moments des étales, toute la surface du fond est cons-

tamment enveloppée d'un nuage de sables et de vases mis en mouvement par les tourbillons qui accompagnent les courants du flux et du reflux.

Les matériaux ainsi soulevés sont de diverses dimensions, ils suivent deux modes distincts de déplacement, suivant les relations qui existent entre leurs poids, leurs grosseurs et l'intensité des mouvements de l'eau, sur le point où ils sont plongés.

Les sables très-fins et les vases susceptibles, par exemple, de se tenir en suspension dans des courants de $0^{m}20$ de vitesse par seconde, parcourent successivement de longues étapes qui finissent par les amener à la mer, au large de l'embouchure; quelques-uns se déposent en route sur les bancs qui découvrent et sur les talus des berges, entre les niveaux de haute et de basse-mer.

Les sables plus gros suivent des itinéraires caractérisés par l'intermittence et l'irrégularité de la marche qu'ils accomplissent; ils s'arrêtent à chaque instant sur les accores des bancs, où les mouvements tourbillonnaires viennent les soulever de nouveau, soit de flot, soit de jusant.

Le premier résultat de ces mouvements est de réduire successivement les dimensions de tous les matériaux fournis par la partie supérieure du fleuve et d'en produire finalement le transport dans les grands fonds de la mer. Il faut remarquer, en effet, qu'il s'en arrête très-peu dans la partie du fleuve qui avoisine son embouchure; là on ne trouve que des sables pareils à ceux de la côte. Les sables provenant du haut et qui atteignent les environs de Talmont, par exemple, sont trop fins pour stationner dans ces parages battus par les lames; on ne les rencontre plus qu'à 15 kilomètres au delà de la Pointe de la Coubre, lorsqu'ils trouvent, pour y descendre, des profondeurs dépassant 30^{m}; les plus fins ne s'arrêtent même que dans les profondeurs de 50^{m} et de 75^{m}. Ce fait est très-important à noter; il prouve que la force destructive de la Garonne est plus que suffisante pour la quantité de ses apports; de telle sorte que la gêne de la navigation n'est produite que par un mauvais arrangement des apports et non par leur volume.

Pendant le cours des transports que nous venons de décrire, lesquels constituent une sorte de procession régulière des sables, les mouvements ont lieu alternativement dans les deux sens du flot et du jusant; mais ceux qui sont dans le sens du jusant finissent par dominer, les courants ayant lieu plus longtemps dans ce sens, et la masse d'eau étant plus considérable.

Dès que les matériaux sont soulevés au-dessus du fond par les tourbillons partiels que produisent les courants, ils sont entraînés par frottement suivant le fil d'eau; mais cette force d'entraînement se compose avec celle qui, dans un liquide animé d'un mouvement de rotation, porte

les matériaux solides vers le centre de cette rotation : de telle sorte qu'au lieu de suivre la trajectoire plus ou moins rectiligne du fil de l'eau, ils décrivent une courbe qui les rapproche de la rive convexe.

Chaque parcelle de sable est ainsi soulevée par les mouvements tourbillonnaires et suit, tant qu'elle reste en suspension, une trajectoire qui est la résultante de la vitesse du courant et de l'attraction vers le centre de la rotation dont l'élément de courant où elle se trouve placée fait partie. Nous avons même observé que cette trajectoire a la forme d'une volute, quand les courants sont circulaires, c'est-à-dire quand le centre de la rotation, et par conséquent de l'attraction, est un point fixe.

Il sera sans doute possible, en poursuivant cette étude, de déterminer l'intensité moyenne de l'attraction en fonction du rayon et de la vitesse de la rotation ; nous n'avons pas encore pu entreprendre ce travail, nous avons seulement remarqué que les plus gros fragments sont toujours ceux qui vont le plus loin et le plus haut sur les accores des bancs, ce qui les laisse toujours les premiers en prise aux tourbillons qui doivent les soulever.

Ainsi la distribution des barres et des rades a toujours lieu, dans un cours d'eau, conformément à l'action moyenne du courant sur les parcelles de sable qui composent le fond, et, par suite, cette répartition dépend uniquement de la forme en plan que présente le cours d'eau.

L'autre circonstance principale qui règle les effets produits est la vitesse du courant, laquelle détermine l'intensité des tourbillons qui se manifestent. On voit, en effet, que la quantité des matériaux soulevés et la force d'attraction qui les entraîne vers les centres successifs des rotations, sont en rapport avec ces vitesses. On s'explique ainsi que les cours d'eau non sujets aux marées arrivant dans les faibles pentes et les grandes sections qui précèdent leurs embouchures, doivent niveler le fond et creuser très-peu de rades profondes. Au contraire, dans les fleuves à marées, le sens des courants change quatre fois par vingt-quatre heures, et il s'y produit des vitesses qui dépassent souvent six nœuds; il se développe, par suite, des forces capables de creuser des inégalités très-sensibles. Si les reliefs sont disposés d'une manière régulière par suite d'un bon tracé des rives, les passes peuvent offrir à la navigation des conditions très-favorables.

Tous ces effets croissent non-seulement avec l'amplitude de la marée qui dépend du gisement de la côte; mais ils croissent aussi avec l'étendue du fleuve où elle se fait sentir. Le temps d'une oscillation complète étant le même dans toute cette étendue, les mouvements d'eau qui en résultent seront d'autant plus accélérés que la marée pénétrera plus loin. Ces mouvements nécessiteront donc des déplacements d'eau plus considérables dans le même temps et par suite des courants plus rapides.

Comme la marée pénétrera d'autant plus loin que le niveau de basse-mer sera plus abaissé sur une grande étendue, les courbes régulières des rives en diminuant les pentes nécessaires à l'écoulement des eaux contribueront de leur côté à accroître la pénétration de la marée.

Le flot se propagera d'ailleurs d'autant plus rapidement que l'espace à remplir n'offrira pas de renflements irréguliers qui retarderaient sa marche en raison du temps nécessaire pour leur remplissage. Cette considération établit que les largeurs doivent décroître d'une manière régulière de l'embouchure jusqu'à la partie supérieure où elles se raccordent avec la largeur naturelle du reste du fleuve.

Si l'on examine les lois de propagation du flot, on arrive aux mêmes conséquences; on voit, en effet, que cette propagation suit la même loi que celle d'une onde et que sa vitesse ne peut s'accroître que si les profondeurs moyennes augmentent.

On peut donc conclure de cet ensemble de considérations que la régularité des rives et celle des largeurs concourent à l'envi aux mêmes résultats, c'est-à-dire à l'augmentation finale des profondeurs générales des passes.

C'est cet avis, formulé le 17 janvier 1876 par la Commission d'enquête à la suite des considérations que nous venons de décrire, qui est la base du projet que la Commission locale a présenté.

Il faut l'examiner et le juger avant d'entrer dans l'examen du projet lui-même, qui en est une application plus ou moins heureuse. Nous résumons de nouveau cet avis dans les termes suivants :

« L'unique moyen d'améliorer la navigation de la Garonne consiste » à donner à ses rives des sinuosités conformes à celles qui existent sur » les points dont les profondeurs sont les meilleures, et à faire croître » ses largeurs régulièrement, de l'endroit où cesse la marée jusqu'à » l'embouchure.

» Les sinuosités convenables sont caractérisées par des courbures » proportionnées aux dimensions générales du fleuve, décroissant graduellement vers les points d'inflexion et surtout, aussi symétriques » que possible par rapport aux deux sens des courants.

» Par l'effet de ce tracé, les courants de sens opposé agiront, tous » les deux, de manière à donner la même configuration aux bancs et » aux rades, et l'efficacité de ces deux courants atteindra son maximum » d'intensité par suite de l'extension plus grande donnée à la marée. »

M. MANIER

Professeur à Oxford.

DE L'AMÉLIORATION DE LA NAVIGATION DANS LA PARTIE INFÉRIEURE DU COURS DE LA GIRONDE.

— Séance du 24 août 1878. —

M. JOLY DE BOISSEL

Ingénieur en chef des ponts et chaussées, à Bordeaux.

DES FONDATIONS PAR ENFONCEMENT DE BLOCS ÉVIDÉS (1).

— Séance du 24 août 1878. —

M. Ch. BERGERON

Ingénieur civil.

NOUVEAU MOYEN POUR COUPER LES BANCS DE SABLE AU MOYEN DE JETS D'EAU.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 26 août 1878. —

M. BERGERON propose un nouveau moyen pour couper les bancs de sable au moyen de jets d'eau.

Les bancs de sable forment souvent, à l'entrée des ports, des barres très-gênantes pour la navigation. Les dragues ou les chasses sont insuffisantes pour en débarrasser le chenal. Il semble qu'on doive mieux réussir en attaquant le sable en suspension au moyen de jets d'eau lancés sur le fond, et en joignant à cette action celle d'un courant, qui entraînerait au large le sable mis ainsi en suspension dans l'eau. Des expériences faites à Boulogne ont démontré l'efficacité des jets d'eau ; en Angleterre on a enfoncé dans

(1) Voir le Catalogue des objets exposés par le ministère des travaux publics. Paris, 1878.

le sable des pieux creux en fonte, en entraînant le sable dans l'axe du pieu par un vif courant d'eau. L'ensemble du système se composerait d'une estacade légère, de laquelle descendraient des ajutages, branchés sur une conduite forcée et débouchant près de la surface du banc à déblayer. Le sable en suspension est facilement entraîné par un courant de $0^m,60$ par seconde.

Sur les embouchures des fleuves dans des mers sans marée, il faudrait créer artificiellement le courant dont il s'agit. Sur le Tibre, on pourrait le produire au moyen d'un bateau-barrage, que l'on ouvrirait comme une porte de chasse; à Port-Saïd, on pourrait barrer le chenal par un bateau qui en fermerait la section presque complètement ; ce bateau, tiré par des cabestans, déterminerait un vif courant entre son fond et celui du canal.

M. Bergeron demande si le gouvernement français consentirait à traiter à forfait pour le désencombrement des chenaux de ses ports; on trouverait certainement, dans ces conditions, des capitalistes pour entreprendre cette opération, comme on en a trouvé aux États-Unis pour enlever la barre du Mississipi.

M. le président fait remarquer qu'il conviendrait d'adresser cette dernière question au gouvernement, mais que la section n'est pas compétente pour la résoudre.

DISCUSSION

M. Watson espère que M. Bergeron fera des propositions au gouvernement des États-Unis; les embouchures des fleuves américains sont souvent barrées par des bancs de sable qu'il serait du plus haut intérêt de faire disparaître.

M. Betocchi, demande à faire quelques réserves sur la possibilité de pratiquer des chasses sur le Tibre par les moyens proposés.

M. Stœcklin fait remarquer que le système en discussion est essayé sur une large échelle pour l'entretien du port de Liverpool; des tubes en fonte munis d'orifices sont en partie noyés dans une aire en béton de quatre hectares, formant le radier de l'avant-port ; l'on espère, par l'injection de masses d'eau énormes, parvenir à enlever les dépôts qui viendraient à se former. Quant à la question de couper les barres d'embouchures par des moyens analogues, sans nier l'utilité de poursuivre des expériences dans ce sens, M. Stœcklin ne pense pas qu'il convienne, en attendant, d'abandonner les méthodes qui ont jusqu'ici donné des résultats sérieux, tels que les chasses et les dragages; les dragages ont réussi à Dunkerque, du moins dans le chenal; mais jusqu'ici la drague n'a pas encore donné au large de résultats concluants.

M. L. Scaife rappelle que les jets d'eau sont employés sur une large échelle pour délaver les collines aurifères de la Californie et en retirer ainsi le métal.

M. Manier dit que MM. Simons font des dragues qui travaillent fort bien à la lame.

M. Stoecklin déclare que les dragues de MM. Simons n'ont pu réussir en dehors du chenal de Dunkerque.

M. FRANCQ

Ingénieur civil à Paris.

SUR LES LOCOMOTIVES SANS FOYER ET LEUR APPLICATION AUX TRAMWAYS ET CHEMINS DE FER SUR ROUTES.

— *Séance du 26 août 1878.* —

Vers 1872, le docteur Lamm eut l'idée d'employer l'eau chaude comme moteur, à la Nouvelle-Orléans (Amérique), en l'empruntant directement à une chaudière fixe pour alimenter les réservoirs de ses machines sans foyer.

A la même époque, M. Léon Francq étudiait, en France, la même question de traction mécanique sous un autre point de vue, bien qu'il se rattachât au même principe.

Au lieu de puiser directement l'eau chaude à une chaudière fixe, il injectait de la vapeur à haute pression dans le réservoir de la machine, préalablement rempli d'une certaine quantité d'eau froide. Il arrivait ainsi à obtenir une répartition parfaite de la chaleur, ce que l'alimentation à l'eau chaude avait été impuissante à donner jusque-là.

La création d'un détendeur de vapeur, d'un condenseur à air par surface, l'emploi judicieux de la détente, etc., transformèrent successivement la machine primitive du docteur Émile Lamm, et portèrent l'utilisation de la vapeur à un haut degré de perfectionnement.

En 1876, la sous-commission désignée par M. le Ministre des travaux publics, fit au mois d'août de la même année un rapport très-favorable sur les essais qui eurent lieu, avec un premier modèle à châssis articulé de Neuilly à l'église Saint-Augustin (Paris). Le châssis, qui, par un simple motif d'économie n'a pas été conservé dans les nouvelles études de machines, présentait l'avantage précieux, dans certains cas, de permettre l'inscription des roues dans les courbes de 18 ou 20 mètres de rayon.

En 1877, la maison Cail et Cie livra à M. Léon Francq le modèle perfectionné qui fonctionne depuis dix mois sur la ligne ferrée de Rueil à Marly-le-Roi, sans qu'il se soit révélé jusqu'à ce jour la moindre défectuosité dans ce système de traction.

Résumons, en quelques mots, le principe sur lequel repose l'emploi de la locomotive sans foyer.

Un réservoir résistant, construit en tôle d'acier, contient 1,800 ou 2,000 litres d'eau qu'on porte à 200 degrés (15 atm.) au moyen d'une

injection de vapeur à haute pression qui lui cède sa chaleur latente au fur et à mesure qu'elle se liquéfie et emplit la capacité de ce réservoir.

On possède donc ainsi une réserve de chaleur suffisante pour obtenir la production de vapeur nécessaire au fonctionnement de la machine lorsque la communication est établie entre le réservoir et les pistons.

Un détendeur de vapeur permet de n'admettre sur les pistons que de la vapeur à une pression déterminée : 2, 3, 4.... 8 kil., suivant que cet appareil est réglé au 2e, 3e, 4e.... 8e cran. Il est avantageux en ce sens qu'il permet de réduire au minimum la température de la vapeur à la fin de la détente, et, par conséquent, la perte finale de chaleur à l'échappement. En sortant du détendeur, la vapeur se réchauffe par son passage à travers la masse d'eau du réservoir pour se rendre de là au régulateur, et, par suite, aux pistons.

La machine s'attèle indifféremment à l'avant et à l'arrière, ce qui dispense de l'emploi des plaques tournantes, le mécanisme de marche se répète donc à chaque extrémité de la locomotive. Les freins sont à pédales et très-puissants, le même machiniste peut donc les manœuvrer en faisant simplement agir le poids de son corps sans quitter de la main la poignée de son régulateur.

Une caisse de vidange reçoit toutes les eaux provenant du condenseur à air et des purgeurs des pistons, la marche est ainsi absolument silencieuse : le bruit de l'échappement se perd dans le condenseur, et, celui causé par la purge des cylindres s'éteint dans la caisse de vidange.

La puissance de traction en palier, d'après la formule $\frac{d^2 l \times 0.65}{D}$, est de 343 kil. à la pression de 3 kil. par centimètre carré, de 573 kil. à 5 kil.; de 812 kil. à 7 kil.; de 1,031 à 9 kil.

La locomotive sans foyer remplit toutes les conditions du moteur destiné à faire la traction dans les rues des villes et au milieu des campagnes. Les explosions ne sont plus possibles, pas de crainte d'incendie, nul bruit de vapeur susceptible d'effrayer les chevaux. Le machiniste le plus inexpérimenté ne peut rester en détresse, l'absence de foyer lui permet d'éviter tous les accidents à craindre dans les rues fréquentées, son attention n'étant jamais détournée de la voie que parcourt la locomotive qu'il dirige.

La durée du réservoir à eau chaude est, pour ainsi dire, indéfinie; quant à la salubrité et à la propreté, elles sont incontestables et appréciées à un haut degré par les voyageurs du petit chemin de fer de Rueil à Marly-le-Roi, où les machines modèle 1877 fonctionnent sans interruption depuis dix mois à la satisfaction générale.

L'économie du système est rendue évidente par les résultats que nous allons développer tout à l'heure.

Lorsqu'il s'agit de remorquer une seule voiture (cas des tramways), on peut sensiblement diminuer les dimensions de la machine et du réservoir à eau chaude. Pour les chemins de fer sur routes, en augmentant la capacité de ce réservoir, il est possible de porter le parcours à 20.30 kilomètres et même plus, tout en élevant proportionnellement le quantum de la charge à remorquer.

Générateurs de charge. — On emploie sur la ligne de Rueil-Marly des générateurs tubulaires qui reproduisent en grand le type employé pour chauffer les locomotives de nos grandes voies ferrées. Leurs principales conditions sont :

Surface de chauffe totale.	$50^{m^2},89$
Surface de grille.	$0^{m},93$
Volume d'eau.	$2^{m^3},845$
Volume de vapeur.	2^{m^3}
Timbre	16 et 17 kil.
Production de vapeur à l'heure.	750 kil.

La vaporisation est donc de 13 kil. d'eau par mètre de surface de chauffe. On peut charger au moins 3 machines à l'heure et la durée d'une charge avec un seul générateur est de 18 minutes par heure, ce qui indique que la vaporisation est au minimum de 12 kil. 900 ; admettons 13 kilogr. par mètre de surface de chauffe.

Sur le tramway de Rueil à Marly-le-Roy, la consommation totale moyenne avec un seul générateur, est de 1,000 kilogrammes de bon charbon tout venant par journée de 24 heures pour la production et de 22 heures pour la consommation des 3 machines alimentées en service régulier, *au lieu de 6*.

Or, d'après des expériences faites tout récemment, la vaporisation du générateur serait de 8 kilogr. de vapeur au moins par kilogramme de combustible. Admettons ce chiffre. Des observations faites sur l'opération du chargement des machines, ont indiqué que la charge de vapeur est de 230 kilogrammes en moyenne pour chaque voyage d'une machine vers Rueil, et de 120 kilogr. pour chaque voyage de Port-Marly vers Marly et retour.

Il en résulte, d'après le nombre de voyages de la journée, que la *quantité totale de vapeur consommée par journée*, en y comprenant les charges de la quatrième machine supplémentaire est de 7,000 kilogrammes au maximum. Cette consommation de vapeur correspond à une consommation de charbon de $\frac{7000}{8} = 875$ kilogr., soit, en y ajoutant le charbon brûlé pour couvrir le feu dans l'intervalle des relais, 900

kilogr. de charbon au plus. On doit en conclure qu'il y a, au moins, 100 kilogr. de charbon brûlé inutilement par le fait de l'emploi réduit de 3 machines, au lieu de 6, en service régulier.

Par conséquent, et puisque les 3 machines du service régulier et la 4e machine supplémentaire sont considérées comme faisant un parcours total journalier de 413 kilomètres (375 kilomètres sur Rueil et 38 kilomètres sur Marly), on peut dire que la consommation moyenne du charbon par kilomètre devrait être, avec un service plein et régulier, de $\frac{900}{413} = 2$ kil. 180 gr. Si l'on considère la charge totale du train ($18^t,750$ d'une part et $16^t,160$ de l'autre), on voit que la dépense de charbon est aussi peu élevée que possible. On peut encore, si l'on veut, se rendre compte de la consommation du charbon, en la rapportant au cheval vapeur.

Le travail des machines, selon le parcours supposé ci-dessus, est de $3,108,172 \times 25 = 77,704,300$ kilogrammètres sur Rueil et de $1,537,339 \times 10 = 15,573,390$ kilogrammètres vers Marly ou, en totalité, de 93,277,690 kilogrammètres, ce qui ferait, dans une heure, un travail de $\frac{93,277,690}{75 \times 3,600} = 345$ chevaux-vapeur.

Il résulte de là, que la *consommation totale du charbon par cheval-vapeur net à la traction* est de 2 kil. 64! Ce chiffre est essentiel à retenir, parce qu'il doit être établi ainsi, bien qu'à Port-Marly, comme on le verra dans le compte des dépenses, la consommation soit plus grande, par suite de circonstances qui se présentent seulement au début de l'exploitation d'un système nouveau.

Pour compléter nos renseignements sur les générateurs, disons enfin qu'un deuxième générateur, semblable au premier, est disposé de manière à fonctionner immédiatement en cas d'accident. L'installation des deux générateurs avec les appareils accessoires a coûté 25,000 francs environ. Cette dépense pourrait se répartir sur un nombre de 6 machines en service dans la semaine, et sur 12 machines le dimanche et jours de fête.

Résultats techniques. — En 1876, sur la ligne du tramway de Neuilly à Saint-Augustin, des expériences contrôlées par MM. les membres de la sous-commission ministérielle ont fourni les résultats suivants :

Le train composé de la machine et d'une voiture contenant de 15 à 20 personnes partait à 2 h. 32 avec une pression initiale de 10 atm. 20. Il arrivait, après une série d'arrêts, au *terminus* de Saint-Augustin à 2 h. 53, avec une pression à la machine de 7 atm. 20. L'arrêt au terminus pour dételer, aiguiller, atteler de nouveau, était de 0 h. 13 m. Pendant cet arrêt, la pression descendait à 7 atm. 00. Le train, composé comme précédemment, la machine en avant marchant en sens

inverse, partait de Saint-Augustin à 3 h. 6 m. et rentrait à Neuilly, après quelques arrêts, à la pression finale de 5 atmosphères.

La distance entre les *terminus* de Neuilly et de Saint-Augustin étant de 4,300 mètres, le trajet s'est effectué, en allant en 21 minutes et en revenant en 19 minutes, ce qui correspond à des vitesses de 12 kil. 3 et 13 kil. 6 par heure, arrêts compris. La rampe du boulevard Malesherbes, entre Saint-Augustin et le boulevard de Courcelles, a été franchie avec une vitesse d'environ 15 kilomètres à l'heure.

En appliquant les formules de M. Piarron de Mondesir, que l'on trouvera dans la brochure la *Locomotive sans foyer* (1), on obtient pour le poids d'eau vaporisée en kilogrammes, pendant le trajet effectué entre Neuilly et Saint-Augustin, 0 k. 0309. Le poids d'eau initial étant de 1,600 kilogr., on voit que la quantité de vapeur fournie par le réservoir de la machine entre Neuilly et Saint-Augustin, est égale à $1600 \times 0,0309 = 49$ kil. 44.

En appliquant ensuite les mêmes formules pour le retour de Saint-Augustin à Neuilly, on a pour le poids d'eau vaporisée en kilogrammes 0 k. 0261. Si l'on considère qu'il ne restait plus à Saint-Augustin qu'un poids initial d'eau de 1,537 kilogr., il en résulte que le poids de vapeur dépensé pendant le trajet de retour était de $1,537 \times 0,0261 = 40$ k. 130.

L'estimation du travail résistant a été faite minutieusement sur le profil longitudinal officiel en prenant le chiffre de 9 kilogr. par tonne pour la résistance en palier, en ajoutant 1 kilogr. pour chaque millimètre de pente jusqu'à concurrence de la pente, limite de 0,009, avant laquelle on ne suppose pas que l'emploi du frein soit nécessaire.

Dans ces conditions, le calcul donne pour le travail résistant du poids réuni par la machine, la voiture et les voyageurs, de 12,000 kilogr. à l'aller et de 11,800 kilogr. au retour, savoir :

Entre Neuilly et Saint-Augustin 564,000 kilogrammètres, entre Saint-Augustin et Neuilly 476,000 kilogrammètres, y compris 1 °/₀ pour les démarrages.

D'autre part, il résulte des calculs, que les 89 kil. de vapeur dépensée ont dû développer un travail théorique de 915,810 kilogrammètres entre Neuilly et Saint-Augustin, et de 677,600 kilogrammètres entre Saint-Augustin et Neuilly.

Le rendement mécanique de la locomotive sans foyer aurait donc été de 0,616 entre Neuilly et Saint-Augustin, et de 0,702 entre Saint-Augustin et Neuilly, soit en moyenne de 0,659 ou les 2/3. Le rendement plus élevé au retour s'explique par l'emploi de la vapeur dans les plus basses pressions.

Les diagrammes obtenus avec l'indicateur de Watt, et les essais que

(1) Dunod, éditeur, Paris.

nous avons faits au frein dynamométrique, nous ont démontré que la machine rendait en moyenne 74 °/₀ au lieu de 0,659, et que l'entraînement de l'eau avec la vapeur, après avoir jaugé le réservoir, était plus élevé qu'on ne le supposait par le calcul. Nous en avons conclu que le coefficient de 9 kilogr. admis par la sous-commission était trop bas, que, en évaluant d'autre part à 1,432,690 kilogrammètres le travail résistant total, nous avions nous-mêmes exagéré nos calculs.

La théorie indique, en effet, que le travail tangentiel des roues devait être de 1,180,800 kilogrammètres, et la sous-commission ne l'a constaté que pour 1,040,000 kilogrammètres, tandis que nous avions compté 1,432,690 kilogrammètres.

Il est donc difficile de tirer une conclusion bien exacte des essais de Neuilly, bien qu'on puisse constater cependant que les résultats pratiques ne se sont pas écartés sensiblement de la théorie. On avait effectivement négligé de tenir compte des effets dus aux espaces nuisibles dans les cylindres, à l'entraînement de l'eau avec la vapeur, à l'emploi de celle-ci à basse pression au moyen d'un détendeur.

Nous n'insisterons pas, sur la question des espaces nuisibles que, sur les nouvelles machines sans foyer projetées, on réduit dans les plus grandes limites, ni sur l'entraînement de l'eau que l'on évite maintenant par un tamisage préalable de la vapeur et par son réchauffement au travers de la masse d'eau chaude avant de la faire agir dans les cylindres.

Nous ne redresserons donc les chiffres fournis par la théorie de M. de Mondesir qu'en supposant que la vapeur doit travailler à une pression normale de 3 à 4 atmosphères au lieu de 8, en augmentant ainsi sensiblement son rendement effectif au moyen du détendeur. C'est ce qu'expliquent clairement les tableaux I et II, ci-annexés, que par de nombreux calculs de la théorie mécanique de la chaleur nous avons dressés, dans l'hypothèse d'un degré de détente de 100/60ᵉ, que nous considérons comme le plus avantageux, et une proportion de 70/100 de vapeur sèche seulement.

Le tableau I représente le travail mécanique développé par un kilogr. de vapeur aux diverses pressions, depuis 15 atmosphères jusqu'à 1 atm. 20, pression la plus ordinaire de l'échappement.

Le tableau II peut être transformé en un graphique qui indique successivement par atmosphère, depuis 15 jusqu'à 2 atmosphères, la production de vapeur que peut fournir un kilogramme d'eau chaude, ainsi que le travail que peut rendre la vapeur produite, à la jante des roues d'une locomotive.

L'usage des tableaux et graphiques facilitera beaucoup les recherches que l'on pourrait avoir à faire sur l'utilisation à tirer dans un cas quelconque de la puissance dynamique de l'eau chaude. Pour l'instant, *ils*

nous font observer qu'il est avantageux d'utiliser la vapeur dans les basses pressions et qu'il convient de la débiter par un détendeur, entre les pressions de 3 à 4 atmosphères pour obtenir le maximum de puissance dynamique effective.

Il résulte de ce qui précède que, non-seulement le détendeur est utile pour empêcher le machiniste d'introduire une pression trop élevée dans les cylindres; mais encore, qu'il est indispensable pour augmenter l'économie du système dans son application.

Ainsi, si l'on suppose que par le détendeur, on échappera la vapeur à 4 atmosphères dans les cylindres, comme c'est le cas dans la pratique sur la ligne de Rueil à Marly-le-Roy, on augmentera le travail moteur prévu par le calcul de 46 kilogrammètres par kilogr. d'eau chaude.

En effet, 1,000 gr. de vapeur rendent de 15 at. à 1.2 — 19,941 kilogr.
1,000 gr. — 4 — à 1.2 — 13,152 —

1 gramme rendra à 4 atm. $\frac{13152}{1000}$

et 151 gr. 2 rendront $\frac{13152 \times 151.2}{1000} = 1{,}988$ kilogrammètres.

Soit 46 kilogrammètres en plus des 1,942 indiqués par le tableau II.

En reprenant maintenant les chiffres des tableaux ci-dessus, et si l'on tient compte de l'augmentation de rendement dû au détendeur, on obtient dans les limites de fonctionnement des machines entre Rueil et Port-Marly de 14 à 2 atmosphères, *un travail moteur par kilogr. d'eau chaude de 1,793 kilogrammètres.* Admettons 1,800 kilogrammètres en pratique entre 15 et 2 atmosphères.

Travail moteur. — *Le travail moteur* à utiliser à la traction est donc, pour les 1,800 kilogrammes d'eau que contient le récipient de la machine dont il s'agit, 1,800 × 1,793 = 3,229,400 kilogrammètres.

Travail résistant. — Pour déterminer approximativement l'importance du *travail résistant*, nous avons procédé par comparaison sur la voie en rampe de Port-Marly à Marly-le-Roi et sur la voie de Port-Marly à Rueil. En raison de l'état neuf et défectueux de la voie qui était encore à régler, du nombre des courbes et de leur rayon restreint, des saillies nombreuses des pavés aux passages à niveau, de l'état neuf des machines, de la rigidité des essieux de ces machines, de l'écartement serré des bandages des roues, nous avons admis que la résistance due au mouvement des véhicules était de 8 kilog. par tonne. A ce coefficient de traction nous avons encore ajouté 2 kilog. par tonne pour la résistance due au sable qui recouvre les rails sur toute la route. Il en résulte donc une résistance moyenne de 10 kilog. par tonne sur le poids du train remorqué de 18,750 kilogrammes. Il faut encore ajouter la résistance des 54 courbes, dont quelques-unes ont 30 mètres de rayon seulement. Ces courbes absorbent un travail de plus de 200,000 kilogrammètres, soit

plus de 1 kilog. par tonne. Quant au travail absorbé par les freins et par les démarrages, on l'estime à plus de 100,000 kilogrammètres. Néanmoins, nous admettons un coefficient moyen de résistance de 11 kilog. par tonne, que nous nous proposons d'ailleurs de vérifier bientôt.

Si l'on applique le coefficient de 11 kilog. sur la voie Vignole de Rueil à Marly sur le poids du train remorqué de 18t 750 kilog., qui comprend 8,650 kilog. de machine, 7,750 kilog. de voitures et voyageurs, et 2,350 kilog. de fourgon et messageries, on trouve que, pour l'aller et retour (14,850 mètres), le travail résistant total est : à l'aller, de 1,468,344 kilogrammètres, et au retour, de 1,639,828 kilogrammètres. Soit, *en tout, 3,108,172 kilogrammètres.*

Le travail résistant, comme on le voit, est inférieur au travail moteur que nous avions calculé en prenant 75 0/0 pour le rendement de la machine. On peut en conclure que ce rendement est moins élevé par l'état neuf des machines, et que, selon toute probabilité, il augmentera lorsque celles-ci auront fonctionné quelque temps. Ajoutons cependant que nos chiffres sont susceptibles de se modifier un peu par les résultats que les essais au dynamomètre obtiendront.

En attendant, *nous pouvons affirmer et poser comme des faits acquis que la locomotive sans foyer est capable de marcher à de grandes vitesses, même sur les rampes fortes et continues de 60 millièmes ; que la vitesse de vaporisation est suffisante pour l'application de l'eau chaude à la traction des chemins de fer sur routes ; que, dans les limites de 14 à 2 atmosphères, chaque kilogramme d'eau peut fournir un travail utile à la traction de 1,800 kilogrammètres ; que l'emploi du détendeur augmente le rendement de la vapeur sur les pistons.*

Ces indications sont utiles à retenir parce qu'elles permettront dans l'avenir de bien connaître les bases de l'application des locomotives sans foyer, aux tramways, aux chemins de fer à petite distance, au service de la traction dans les mines, les usines, dans les champs où les dangers d'incendie ou d'explosions sont à craindre.

Résultats économiques et de fonctionnement. — Au point de vue des dépenses, le service des locomotives sans foyer entre Rueil et Marly, qui a employé et emploie encore des petites locomotives à foyer, permet d'établir entre ces divers types une comparaison très-instructive. Si l'on dépouille les feuilles de consommation des diverses machines, on trouve un avantage important en faveur du système de *locomotive sans foyer.*

Le générateur fixe qui admet l'emploi d'un charbon de moindre qualité entraîne une économie de combustible de plus de moitié par rapport aux machines mobiles, et cette économie ne ferait qu'augmenter si le nombre de locomotives sans foyer augmentait lui-même, puisque la chaudière, appelée à un service plus actif, ne serait plus condamnée

à des périodes d'inactivité, pendant laquelle l'entretien du feu représente une dépense inutile de combustible. Le tableau comparatif suivant, dressé au mois de juin dernier, fait ressortir encore mieux la supériorité de la locomotive sans foyer; il est extrait des livres de Port-Marly.

DÉPENSE JOURNALIÈRE COMPARÉE.

Parcours : 102 kil. 2. — Charge remorquée : 10 tonnes.

Machine à foyer.

Charbon : 510 kilog. à 38 fr. 75 la tonne . . . . Fr.	19	75
Huile	2	80
Garnitures (durée 10 jours) par jour	»	29
Tubes de niveau d'eau	»	05
Nettoyage de chaudière (tous les 6 jours.	1	»
Barreaux de foyer (1 par jour). .	1	50
Lavage des voitures noircies. . .	4	50
Lavage des tentures de l'impériale	»	50
Chauffeur	5	»
Machiniste.	6	»
TOTAL. . . . . Fr.	41	39

Danger des coups de feu. Usure d'une chaudière en 6 ou 7 ans. Opérations onéreuses.

Machine sans foyer.

Charbon : 350 kilog. à 30 fr. 40 la tonne . . . . Fr.	10	64
Huile	2	80
Garnitures.	»	29
Tubes de niveau d'eau	»	»
Nettoyage du générateur : 20 fr. par mois, à répartir sur 4 machines	»	17
Barreaux de foyer	»	68
Lavage des voitures et des tentures	»	»
Chauffeur du générateur pour 4 machines, le quart	1	25
Son aide.	»	94
Machiniste.	6	»
TOTAL.	22	77

Impossibilité des coups de feu. Durée de la chaudière : 25 ou 30 ans. Réparations peu coûteuses.

Il résulte de ces divers documents que la locomotive sans foyer est un appareil économique supérieur.

Ce qui est venu confirmer cette opinion émise par M. Collignon, ingénieur en chef des ponts et chaussées et membre du comité des arts mécaniques à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, ce sont les résultats qu'une exploitation plus étendue et plus régulière a donnés pour les locomotives de l'ancien et du nouveau système.

En effet, supposons que la consommation entière du générateur de charge des locomotives sans foyer de Port-Marly, soit utilisée par les machines (ce qui n'est pas) c'est-à-dire que cette consommation soit de 8,745 kilogrammes à répartir sur 2,732 kilomètres de parcours effectif des trains, on constate une consommation de *3 k. 200 de charbon par kilomètre*. Comme ces 3 k. 200 sont destinés à remorquer une charge d'au moins 10 tonnes, il en résulte que *la consommation de charbon par tonne kilométrique est de 0 k. 320 gr.*

La moyenne de la consommation des machines à foyer, dans une période correspondante, a été de 6k,140, 5k,400, 7k,640, 10k,110 selon l'état d'étanchéité des chaudières de ces machines et la nature des combustibles employés.

Si l'on tient compte, d'autre part, de la différence des prix de combustible tout venant (à 30 fr. la tonne) brûlé par le générateur fixe, et de la gailletterie et du coke (à 40 fr. la tonne) brûlé par les petites chaudières séparées des locomotives ordinaires, il ressort comparativement, *une dépense kilométrique de combustible de fr. 0,09 pour les locomotives sans foyer, et de fr. 0,24 c., 0,22 c., 0,40 c. et 0,30 c., pour les locomotives à foyer.*

La différence est donc importante entre les deux systèmes.

Nous avons encore calculé, que pour transporter un nombre égal de voyageurs, il faudrait atteler au moins 4 chevaux de trait, qui feraient au plus 20 kilomètres par jour. Au prix minimum de la ration à fr. 2,70 la traction kilométrique coûterait pour la nourriture consommée environ fr. 0,54 c.

Enfin, nous avons établi, aussi exactement qu'il est possible de le faire dans une exploitation qui débute, le chapitre de toutes les charges de la traction par locomotives sans foyer. En voici le détail.

Par kilomètre :

		F. C.
Charbon tout venant 3 k. 20 à 30 fr. la tonne		0.0900
Conduite du générateur	1 chauffeur de jour, à 5 par jour 320 kilomètres	0.0158
	1 chauffeur de nuit, à 5 par jour 320 kilomètres	0.0158
Nettoyeurs et visiteurs, 1 visiteur à 4 fr. par jour		0.0125
Chargement de la vapeur, 1 ouvrier mécanicien à 6 fr. par jour		0.0187
Conduite des machines, 3 machinistes à 6 fr. par jour		0.0561
Graissage, garnitures, 9 kil. d'huile. minium, matières diverses		0.0330
Intérêts du capital des machines et générateurs 80,000 fr. à 7 0/0		0.0050
Renouvellement des machines et générateurs (durée moyenne 20 ans)		0.0340
Imprévu		0.0191
Total		0.30

Il faut bien remarquer que ce prix de fr. 0,30 c. par kilomètre de traction s'applique au transport d'un train qui contient quelquefois *plus de 200 voyageurs* et sur une ligne comprenant des montées importantes.

En rapprochant cette dépense kilométrique des dépenses occasionnées par différents systèmes connus et expérimentés, on conclut à la supériorité économique des locomotives sans foyer, supériorité que révélait déjà son principe.

Comme nous l'avons déjà énoncé, le fonctionnement de ces machines a lieu depuis les premiers jours de juillet dernier avec une régularité parfaite sur la ligne de Rueil à Marly-le-Roi.

La section de Port-Marly à Rueil, pour l'aller et le retour, donne un parcours de près de 15 kilomètres, avec de nombreuses courbes dont plusieurs ont 30 mètres de rayon seulement avec une voie large de 1m,44. Les stations et points d'arrêts dans les deux sens sont au nombre de 23, l'arrêt se fait promptement et sans secousses, le démarrage a lieu rapidement bien qu'avec douceur. La charge des voyageurs transportés varie généralement de 60 dans la semaine à plus de 200 les dimanches. Les plus fortes déclivités dans cette partie de la ligne, sont de 30 millimètres par mètre, et, la vitesse moyenne, de 18 kilomètres par heure.

Sur la section de Port-Marly à Marly-le-Roi, qui comprend une longueur de près 3,700 mètres pour l'aller et le retour, on compte beaucoup de courbes dont plusieurs de 30 à 40 mètres de rayon. Les déclivités varient jusqu'à 59 millimètres par mètre. La somme des montées depuis Port-Marly jusqu'à Marly-le-Roi (1,950 mètres) est de 77 mètres! A la montée vers Marly, la charge des voyageurs transportés varie jusqu'à 60 et 80 dans deux voitures, et, la vitesse atteint facilement 15 et 20 kilomètres à l'heure. Les arrêts se font sûrement et promptement en descendant, les démarrages ont lieu facilement en montant.

Dans ces conditions de marche, le service se fait à la satisfaction générale des voyageurs et des riverains.

En résumé, l'exploitation régulière du chemin de fer de Rueil à Marly-le-Roi depuis le 10 juillet 1878, démontre qu'avec les machines sans foyer il est possible : 1° de remorquer des charges considérables sur des profils présentant de très-fortes déclivités, sur une ligne sinueuse avec des courbes de faibles rayons; 2° d'éviter ainsi de grandes dépenses d'expropriation et de travaux d'art; 3° et enfin, d'atteindre dans ces conditions un parcours de 15, 20, etc., kilomètres et plus, sans avoir à recharger la machine.

TABLEAU I RÉSUMANT LE TRAVAIL THÉORIQUE ET PRATIQUE DE LA VAPEUR EMMAGASINÉE ENTRE 15^{atm}, ET $1^{atm}.2$.

ATMOSPHÈRES	TRAVAIL MÉCANIQUE produit par un kilog. de vapeur depuis la pression considérée jusqu'à l'échappement.	CHALEUR fournie par la chaudière.	RENDEMENT effectif.	RENDEMENT théorique possible.	FRACTION (du travail théorique possible) utilisée.
	kilogrammètres.	centigrades.			
15^{atm}.	19.940.72	512.05	0.0917	0.2094	0.4379 soit 44 0/0
14	19.722.03	510.793	0.091	0.203	0.448 — 45
13	19.455.24	509.00	0 09	0.197	0.456 — 45 1/2
12	18.994.35	507.10	0.0883	0.191	0.462 — 46
11	18.632.68	505.085	0.087	0.184	0.472 — 47
10	18.185.36	502.92	0.085	0.177	0.480 — 48
9	17 778.32	500.56	0,0837	0.168	0.494 — 49 1/2
8	17.693.52	497.99	0.083	0.159	0.522 — 52
7	16.371.00	495.15	0.078	0.149	0.523 — 52
6	15.586.24	491.98	0.074	0.137	0.54 — 54
5	14.517.76	488.33	0.07	0.1228	0.569 — 57
4	13.152.48	484.04	0.064	0.1055	0.606 — 60 1/2
3	10.521.178	478.78	0.0518	0.083	0.624 — 62 1/2
2	6.283.68	471.80	0.0352	0.052	0.676 — 67 1/2
$1^{atm}.2$ échappement.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 — 00

TABLEAU II RÉSUMANT LA QUANTITÉ DE VAPEUR ET LE TRAVAIL EFFECTIF QUE PEUT FOURNIR UN KILOGRAMME D'EAU CHAUDE ENTRE 15^{atm}, ET $1^{atm}.20$.

		Grammes.	Kilogrammètres.
Un kilog. d'eau rend :	De 15 à 14 atmosphères.	5.6 de vapeur.	111.056
— — —	14 à 13 —	5.7 —	111.606
— — —	13 à 12 —	5.8 —	111.476
— — —	12 à 11 —	6.2 —	116.622
— — —	11 à 10 —	6 6 —	121.499
— — —	10 à 9 —	7.3 —	131.340
— — —	9 à 8 —	7.8 —	138.340
— — —	8 à 7 —	8.6 —	146.477
— — —	7 à 6 —	9.7 —	154.993
— — —	6 à 5 —	11.1 —	167.077
— — —	5 à 4 —	13.1 —	181.240
— — —	4 à 3 —	16.0 —	189.440
— — —	3 à 2 —	21.1 —	177.240
— — —	2 à $1^{atm}.20$.	26.6 —	83.573
	Totaux.......	151gr.2 de vapeur.	1941.979 kgtres.

M. G. LEMOINE

Ingénieur des ponts et chaussées.

ANNONCE DES CRUES DANS LES RIVIÈRES (*).

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 26 août 1878. —

M. LEMOINE a la parole pour une communication sur l'annonce des crues dans les rivières.

Le service dont il s'agit est dû tout entier à l'initiative et aux travaux de M. Belgrand.

Aujourd'hui, sur la Seine, l'Aisne, la Marne et l'Oise, la hauteur des eaux est annoncée trois à quatre jours à l'avance.

Les principes sur lesquels est basé ce système de prévision sont les suivants :

La montée d'un cours d'eau est une fonction simple de celle de ses principaux affluents. Parmi ces affluents, les uns, ceux qui traversent des terrains perméables, influent sur la durée, mais non sur la hauteur de la crue ; ce sont ceux traversant les terrains imperméables qui déterminent la hauteur de la montée. Dès 1854, M. Belgrand a indiqué que les crues de la Seine peuvent être calculées en fonction de celles de huit petits cours d'eau, servant de types, pour des bassins imperméables.

Les mouvements de ces cours d'eau sont relevés par des observateurs en correspondance avec Paris. Les avis et dépêches sont centralisés chaque jour avant dix heures ; les annonces des crues sont expédiées avant midi et se vérifient avec une grande exactitude. La crue de 1876 a été annoncée avec une erreur de moins de $0^m,05$, et cet avis a sauvé les personnes et les marchandises qui se trouvaient sur les 1,613 hectares qui ont été inondés.

M. le président s'associe au nom de la section, au bel éloge renfermé dans l'exposé qu'on vient d'entendre des travaux de M. Belgrand.

M. A. MANIER

Professeur à Oxford (Angleterre).

SYSTÈME D'ÉCLUSE DE M. CLARKE INSTALLÉ A ANDERTON.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 26 août 1878. —

M. MANIER démontre le système d'éclusage installé à Anderton par M. Clark, auteur du levage hydraulique du pont de Menai et des docks secs employés

(*) Ce travail, qui a été communiqué également au congrès météorologique international, paraîtra *in extenso* dans les comptes rendus de ce congrès.

dans un grand nombre de ports. L'appareil se compose de deux bassins en fer, portés par des pistons de presse hydraulique conjugués et qui se font équilibre; ces bassins sont des portions de canal fermées par des portes, et dans lesquelles les bateaux à écluser sont toujours flottants; la manœuvre est complétée par l'eau sous pression (10 kilogrammes par mètre carré), emmagasinée dans un accumulateur. La hauteur franchie est de 16 mètres, l'opération dure deux minutes et demie à trois minutes; les bassins ont $22^m,9$ sur 4 mètres.

Ce système pourrait être appliqué avec grand avantage dans beaucoup de cas; il permettrait, par exemple, de construire un canal maritime entre Bordeaux et la Méditerranée; on donnerait à la cuvette un tirant d'eau de 10 mètres, et une largeur de 100 mètres, et un petit nombre d'écluses de 25 mètres de chute rachèteraient les différences de niveau. Cette ligne économiserait 1,320 kilomètres sur le parcours actuel de Bordeaux à Suez; elle permettrait de déverser dans la Méditerranée une partie des eaux des crues de la Garonne, qui causent sur le versant de l'Océan des inondations désastreuses, et, au point de vue de la marine militaire, elle mettrait en communication immédiate l'escadre de la Méditerranée avec celle de l'Océan.

M. H. PELLET

Chimiste de la Compagnie Fives-Lille.

SUR LES COMPOSÉS EXPLOSIFS.

— *Séance du 26 août 1878.* —

1° D'après les travaux d'un certain nombre de savants, on sait aujourd'hui que les corps explosifs peuvent se décomposer :

1° En fusant (sans production de flamme) (petite quantité de matière et corps en ignition).

2° En brûlant (avec production de flamme) (corps enflammé).

3° En détonant (amorce détonante, ou autre explosion).

La dynamite et le coton poudre spécialement présentent ces trois phénomènes.

2° L'amorce nécessaire à produire la détonation de la dynamite, etc., a une grande importance. Elle doit être petite, facile à manier et toujours suffisante pour assurer la décomposition du produit explosif.

Le fulminate de mercure comprimé est le seul corps employé avec succès pour charger les amorces. Son poids varie de $0^{gr},2$ à 2 et 3 grammes, suivant le corps explosif;

3° Les amorces incapables de faire détoner la dynamite peuvent néanmoins, étant groupées par 2, 3, 5 ou 10, produire un résultat.

Une seule mise à feu suffit.

4° Les substances explosibles sont plus ou moins sensibles à l'action d'une même amorce.

Cette sensibilité dépend :

1° De la nature chimique de la substance explosive.

2° De la température.

3° De son état physique (comprimé ou en poudre), liquide ou solide.

4° De la richesse du mélange en produit explosif.

Ainsi la nitroglycérine est plus sensible que le coton poudre.

La température augmente la sensibilité ainsi que la compression.

L'eau ajoutée au coton poudre diminue l'action de l'amorce.

Pour les substances explosibles dans lesquelles il entre un produit étranger absorbant, le *coefficient d'absorption* de cette matière a une grande influence sur la sensibilité du mélange.

Cette sensibilité sera d'autant plus grande qu'on approchera du point de saturation c'est-à-dire de la limite d'absorption.

Les matières explosibles enfermées dans des tubes résistants peuvent être influencées par une amorce placée à une assez grande distance et qui dépend de l'amorce et de la sensibilité du produit.

Néanmoins dans un tube étroit la décomposition de la substance détonante ne se continue pas.

De même des blocs ou cartouches détonantes placés les uns à la suite des autres et cela sur une grande longueur, ne font pas toujours tous explosion. Cela dépend de la grosseur des blocs, de leur résistance à la détonation, de l'espace qu'il y a entre chacun d'eux.

Enfin nous pensons que dans la décomposition rapide (3e genre) il y a plusieurs ordres de détonation suivant l'amorce.

Nous indiquerons ci-après les expériences de MM. Champion et Pellet, démontrant qu'il y a un accord complet entre les ondes sonores et les vibrations détonantes.

Première expérience. — Soit une série de flammes *sensibles* correspondant à la gamme de *sol* majeur, prenant le *la* normal pour point de départ, et disposées suivant les précautions indiquées par MM. Tyndall et Schaffgotsch. La sensibilité des flammes chantantes varie avec un certain nombre de circonstances, telles que la forme des bruleurs, l'épaisseur de leurs parois, la position qu'ils occupent dans le tube en verre. Chaque note était réglée successivement à l'aide d'un cylindre en carton, que l'on fixait sur le tube dont on déterminait la longueur approximative par un essai préalable.

A cinq mètres de distance de l'appareil on a disposé une enclume sur laquelle on plaçait successivement de l'iodure d'azote et du fulminate de mercure renfermés entre deux membranes de baudruche pour

rendre plus commode le maniement de l'iodure, et éviter les déperditions au moment de l'explosion.

Cette explosion était provoquée à l'aide d'un marteau.

Chaque sachet renfermait $0^{g},03$ de composé explosif sec.

Dans ces conditions l'iodure d'azote était sans action sur les flammes tandis que le fulminate de mercure produisait le départ en général des flammes correspondant aux notes, *la, do, mi, fa, sol.*

Il semble donc résulter de là que non-seulement l'iodure d'azote et le fulminate de mercure développent des vibrations différentes, mais en outre que les mouvements vibratoires produits par une même substance agissent sur certaines notes à l'exclusion de notes intermédiaires.

Deuxième expérience. — Si l'on réduit à $3^{m},50$ l'intervalle qui sépare l'enclume de l'appareil, l'iodure d'azote influence les notes supérieures tandis que le même poids de fulminate agit sur toute la gamme. La nitroglycérine provoque le départ des flammes à peu près identiques à celles influencées par le fulminate de mercure. Aussi cela explique-t-il pourquoi le fulminate a été choisi dans la pratique pour amorce. C'est que facilement il donne les mêmes vibrations que la nitroglycérine, tandis que l'iodure d'azote est incapable de produire le même phénomène, quoique, ainsi que l'a démontré M. Abel, *le résultat de projection ou de destruction* soit le même dans les deux cas.

Troisième expérience. — Soit deux miroirs paraboliques d'un diamètre de $0^{m},50$ et séparés l'un de l'autre par un intervalle de $2^{m},50$. A l'un des foyers on dispose en regard du miroir un fragment de papier sur lequel on a placé quelques centigrammes d'iodure d'azote, retenu par de la baudruche.

Entre les deux miroirs on interpose un papier analogue servant de témoin et on fait détoner à l'autre foyer une goutte de nitroglycérine. On obtient ainsi l'explosion de l'iodure placé au foyer. Le témoin n'est pas influencé.

La nitroglycérine peut être remplacée par du fulminate de mercure. On peut employer l'iodure d'azote, mais il faut porter la charge à plus de 1 gramme.

La chaleur dégagée pendant la détonation ne peut être invoquée pour expliquer l'explosion de l'iodure placé au foyer.

En effet $0^{g},03$ de nitroglycérine produisent environ 591 calories (d'après Berthelot 1 kil. nitroglycérine donne 19,700,000 calories). Or $0^{g},9$ de poudre ordinaire produisent également 591 calories. Mais ce poids enflammé au centre du foyer sur un corps non absorbant de la chaleur n'amène pas l'explosion. Il faut environ 10 grammes de poudre.

De plus l'expérience de la détonation par influence réussit après avoir

noirci les miroirs. Dans ces conditions même 10 grammes de poudre n'amènent pas la décomposition de l'iodure d'azote.

Quatrième expérience. — De l'iodure d'azote placé sur des cordes de violon et retenu par de la baudruche, fait immédiatement explosion dès qu'on touche la corde avec l'archet.

Au contraire ce même iodure placé sur une corde de contre-basse ne donnant pas 60 vibrations à la seconde ne fait pas explosion malgré l'entretien du son par l'archet.

Enfin des paquets d'iodure d'azote placés les uns sur des tam-tam chinois à sons aigus, les autres sur des tam-tam à sons graves, ne se sont pas comportés de même, lors du son émis par ces instruments lorsqu'on les a touchés à l'aide d'un fort tampon spécial.

L'iodure placé sur le tam-tam à son aigu faisait souvent explosion, tandis qu'on n'a pu obtenir le même phénomène avec l'iodure placé sur le tam-tam à son grave.

Cinquième expérience. — On raccorde des tubes de verre à l'aide de caoutchouc pour obtenir une longueur de 7 à 8 mètres : à chaque extrémité on met un sachet d'iodure d'azote. Un seul est mis en explosion. Les mouvements vibratoires sont conduits par le tube et amènent l'explosion de l'iodure placé à l'autre extrémité.

De toutes ces expériences on peut donc déduire : que l'explosion des corps détonants doit être attribuée à un mouvement vibratoire particulier, qui varie avec leur constitution et leurs propriétés et qui peut agir indépendamment de la chaleur et du choc des gaz produits par l'explosion de l'amorce.

DISCUSSION.

M. Bouvet dit qu'il existe un explosif plus puissant et moins dangereux que les composés azotés. D'après Berthelot, l'explosif le plus puissant est le mélange d'oxygène et d'hydrogène; or, ce mélange peut être produit sans danger, à distance et sous les plus fortes pressions, par un courant électrique, et enflammé de même.

M. CHAMBRELENT

Ingénieur en chef des ponts et chaussées à Bordeaux.

SUR LA MISE EN VALEUR DES LANDES DE GASCOGNE (*).

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 26 août 1878.* —

M. Chambrelent résume les travaux exécutés pour la mise en valeur des landes de Gascogne.

Ces landes s'étendent sur 8,000 kilomètres. Elles composaient, il y a vingt-cinq ans, une plaine absolument inculte, et aujourd'hui elles sont couvertes de la plus riche végétation. Le sol est composé de sable pur reposant sur une couche imperméable de sable agglutiné par les matières organiques appelée *alios;* il est inondé en hiver et absolument sec en été.

L'opération de la mise en valeur consiste simplement à ouvrir des fossés d'assainissement pour drainer le terrain.

L'orateur raconte les péripéties par lesquelles a passé cette vaste opération. Elle a été mise à la charge des 162 communes propriétaires du sol par la loi du 19 juin 1857. En aliénant pour 13 millions 1/2 une partie de ces terrains, les communes, après avoir prélevé 1 million 1/2 pour la mise en culture du surplus, ont pu consacrer plus de 7 millions 1/2 à des travaux d'utilité publique: construction d'églises, presbytères, mairies, écoles, chemins vicinaux, ponts, etc., et placer 4 millions 1/2 en rentes.

Les canaux collecteurs des eaux, de plus de 3 mètres au plafond, ont une longueur de 2,500 kilomètres.

Un grand canal, de 12 mètres au plafond, longe la ligne des dunes, près le littoral, sur 36 kilomètres.

Aujourd'hui 600,000 hectares sont couverts de forêts magnifiques de pins et de chênes, de qualités exceptionnelles, valant 85 millions. Ces bois sont exploités pour constructions, poteaux de mines, caisses, fûts et fabrication d'une très-belle pâte à papier; l'essence de térébenthine sera bientôt utilisée pour l'éclairage.

L'état physique et moral de la population est complétement changé; la fièvre a presque disparu; les naissances ont augmenté et les décès diminué; la vie moyenne a passé de trente-quatre ans neuf mois à trente-huit ans onze mois.

Reste la question d'entretien: ce que l'on a à craindre c'est l'incendie; une loi est à l'étude, mais elle se fait bien attendre. L'œuvre sera complétée par un réseau de 645 kilomètres de chemin de fer.

M. le président se fait l'interprète de la section pour remercier M. Chambrelent; c'est lui, et lui seul, qui a fait d'une plaine renommée pour sa stéri-

(*) Le mémoire *in extenso* a paru dans les *Annales* des ponts et chaussées, août, 1878.

lité et son insalubrité un des pays les plus riches et les plus sains de France. Son œuvre se traduit par la création de valeurs s'élevant à des centaines de millions.

L.-E. BERTIN

Ingénieur des constructions navales à Cherbourg.

COMMUNICATION SUR LE RELEVÉ AUTOMATIQUE DES VAGUES DE LA MER OBTENU EN COURS DE NAVIGATION.

— Séance du 27 août 1878. —

Dans ces dernières années, l'analyse mathématique n'a fourni ni l'indication de quelque nouveau mouvement ondulatoire satisfaisant aux propriétés des liquides, ni l'explication et les lois exactes de quelque mouvement déjà révélé par l'observation. L'étude de la mer paraît attendre aujourd'hui des observateurs les progrès les plus prochains; les questions non encore résolues concernent surtout, du reste, les dimensions absolues des vagues, et sont, par suite, du domaine exclusif de l'expérience. La circonstance est donc opportune pour exposer les résultats des principales méthodes d'observation en usage.

Tout d'abord, je ne crois pouvoir présenter, à ceux qui s'occupent du mouvement des vagues, rien de plus intéressant que deux séries de courbes tracées par l'oscillographe double (Pl. III), qui représentent le profil de la mer relevé loin des côtes, sur un navire en cours de navigation.

De semblables courbes constitueraient, sur l'état de la mer pendant les observations, la donnée la plus parfaite que l'on pût désirer, s'il était toujours possible de les obtenir, et, quand on les possède, si elles étaient complétement exactes ou si seulement il était toujours possible de les soumettre à une discussion complète. Malheureusement on rencontre, à les relever et à les discuter, des difficultés considérables. Tout d'abord, il est à remarquer que, dans ces sortes de sinusoïdes assez irrégulières, dont les abscisses représentent le temps, les ordonnées représentent l'inclinaison de l'eau sous le navire à chaque instant, et non la hauteur au-dessus ou au-dessous du niveau moyen, de telle sorte que les sommets des sinusoïdes correspondent au passage des points d'inflexion des vagues; au lieu des profils des vagues, on n'a

donc que leurs courbes différentielles. En second lieu, les périodes seules sont relevées exactement; les inclinaisons subissent une réduction considérable, dont la valeur ne sera bien connue que lorsqu'on possédera un grand nombre de résultats. Enfin, même sous la réserve de la réduction d'inclinaison, les courbes ne peuvent donner la forme des vagues que s'il se rencontre, entre les dimensions du navire employé, sa vitesse, et les dimensions des vagues, certaines conditions, qui n'ont pas toujours été satisfaites dans les premières expériences déjà exécutées; les profils de la mer ne peuvent donc pas s'obtenir à volonté. Par le fait, les courbes de la pl. III, qui ont été relevées à bord de *l'Annamite* à la fin de l'an dernier, et qui ont encore par suite l'intérêt de la nouveauté, sont presque les seules jusqu'ici qui jouissent complétement de la propriété cherchée; leur isolement rend la discussion un peu incertaine, mais leur examen met cependant déjà en lumière plusieurs faits intéressants.

Le temps me manquerait pour présenter la description et la théorie de l'oscillographe double, que j'ai, du reste, développées ailleurs (*); je puis du moins exposer sommairement le principe de l'instrument, en ce qui concerne son application aux seules expériences dont il s'agisse ici.

Considérons un corps M, parcourant une surface ondulée quelconque S, par l'effet d'une vitesse initiale et sous l'action de la seule pesanteur; la résistance passive est, ou nulle, ou équilibrée par une force propulsive. La surface S exerce sur le corps M une réaction normale, égale et contraire à la résultante de la pesanteur et de la force d'inertie développée dans le mouvement du corps M; un pendule très-court suspendu au corps M est constamment sollicité par ces deux mêmes forces; il suit donc la direction de leur résultante et se tient constamment normal à la surface S. Si une bande de papier fixée au corps M se déroule devant le pendule, et que le corps M glisse sans oscillations, en suivant la surface S, le pendule tracera sur le papier une simple ligne droite. Réciproquement, si le pendule trace une ligne droite, on est assuré que le corps M glisse le long de la surface S sans aucun mouvement oscillatoire par rapport à sa normale.

L'oscillographe double se compose d'un petit pendule, qui doit ainsi se tenir normal à la trajectoire du navire sollicité par la pesanteur et la poussée de l'eau normale aux vagues, et d'un grand pendule qui reste constamment vertical. Dans les expériences de la pl. III, l'instrument étant orienté au tangage. Le petit pendule traçait sur le papier une ligne droite qui est figurée en ponctué sur les courbes. *L'Annamite*

(*) *Observations de roulis et de tangage faites avec l'oscillographe double à bord de divers bâtiments.* — Mémoires de l'Académie des sciences, savants étrangers, t. XXVII, n° 5. Voir surtout la première partie.

tanguait donc en suivant sa position d'équilibre hydrostatique ; le tracé du grand pendule, qui est en trait plein, enregistrait à chaque instant l'inclinaison de la mer ou plutôt celle d'une houle moins inclinée, dont les normales auraient la direction de la poussée résultante de l'eau sur tout l'ensemble d'une aussi grosse carène que celle de *l'Annamite.*

La signification des courbes relevées étant ainsi connue, voyons dans quelles conditions avaient lieu les expériences.

Le 15 septembre, *l'Annamite*, faisant route à l'Est avec une vitesse de 5 mètres par seconde, recevait sur l'avant, à 10° sur tribord, une petite brise d'Est succédant à une bonne brise de la même direction, et une houle régulière, dont les sommets et les creux se présentaient à $2^s,4$ d'intervalle. On était au sud de Malaga ; au vent, la côte n'était pas éloignée de plus de 450 kilomètres ; sous le vent, elle était en vue. En tenant compte de la vitesse et de la direction du navire, on trouve par le calcul, que la demi-période absolue des vagues T était de $2^s,94$, et leur demi-longueur L de 25 mètres. La demi-hauteur *h* était estimée à $0^m,70$, ce qui donne une inclinaison de $4^\circ \frac{3}{4}$ au point d'inflexion. *L'Annamite* occupait ainsi sur la mer la longueur de deux vagues complètes, dans une direction presque normale aux génératrices de la houle.

Le 17 septembre, il ventait bonne brise de Nord ; *l'Annamite*, traversant le golfe du Lion, se dirigeait vers le N.-E. avec 4^m de vitesse, et recevait sur babord, à 60° de l'avant, une mer courte et irrégulière qui venait de terre. La demi-période relative des vagues par rapport au navire en marche T_r était de $2^s, 5$; leur demi-période absolue T était de $2^s, 73$, et leur demi-longueur L de $23^m, 9$, d'après les formules théoriques. En raison de l'obliquité, la longueur totale des vagues suivant le plan longitudinal de *l'Annamite* s'élevait à 96^m de crête en crête; le bâtiment était ainsi presque entièrement supporté à certains moments par une seule vague. La demi-hauteur des vagues était estimée à 1^m, ce qui donne $7^\circ \frac{3}{4}$ pour l'inclinaison maximum, mais cette inclinaison se réduisait à 4° dans une coupe oblique faite suivant le plan longitudinal de *l'Annamite.*

Le caractère général le plus saillant des courbes du 15 septembre est leur grande régularité ; ainsi, en laissant de côté quelques anomalies de peu de durée, on trouve que la demi-période, obtenue par une moyenne sur dix demi-ondes consécutives, est toujours comprise entre $2^s, 4$ et $2^s, 6$ dans l'expérience, 1, et entre $2^s, 55$ et 2^s 75 dans l'expérience 2. La valeur numérique de la demi-période moyenne a été vérifiée par l'observation directe du passage des vagues. La demi-amplitude maximum du mouvement enregistré par les courbes est de $1^\circ \frac{1}{2}$, soit 0,3

seulement de l'inclinaison des vagues suivant le plan longitudinal du navire; la demi amplitude moyenne est inférieure à 1°. On s'explique sans peine ce dernier effet, par la grande longueur du navire relativement aux vagues; il semble même évident, que l'inclinaison de la vague résultante propre à produire l'action des deux vagues simultanées qui agissent toujours à la fois sur le navire, serait presque insensible, si la vague de l'arrière n'était brisée et ne laissait à celle de l'avant une action prépondérante. On connaît, du reste, par ce qui se passe sur un navire à la cape, l'énergie avec laquelle le passage d'une carène détruit les oscillations de l'eau. Le calme relatif de l'eau à l'arrière explique la grande différence entre les dénivellations à l'avant et à l'arrière du navire dans le tangage mer debout; il peut seul faire comprendre le synchronisme entre les vagues et le tangage, dans l'expérience dont nous nous occupons ici.

Le 17 septembre, les courbes obtenues n'ont pas la régularité de celles du 15, ce qui tient, d'une part, à l'état de la mer plus tourmentée pendant le coup de vent, d'autre part, à la longueur plus grande des vagues suivant le plan longitudinal du navire; *l'Annamite*, placé sur une seule vague, était nécessairement plus sensible aux irrégularités de la mer. La demi-amplitude des mouvements enregistrés a pour maximum $2^\circ \frac{1}{2}$, soit 0,62 de l'inclinaison de l'eau suivant le plan longitudinal du navire; elle est, par instants, presque nulle. Les variations de période sont bien accusées; à côté de demi-vagues de 2^s, il s'en trouve de 4^s, de 5^s et même de 6^s. Des vagues anormales de même durée forment parfois une série continue, généralement précédée et suivie de mouvements très-irréguliers. La prédominance de la demi-période de $2^s,5$ est cependant assez prononcée, pour que les courbes donnent l'image d'un mouvement ondulatoire mieux réglé que celui dont l'aspect de la mer pendant un coup de vent ferait au premier abord naître l'idée.

Cet examen superficiel des courbes suffit à montrer que les tracés de l'oscillographe sont, quant à présent, impropres à donner la valeur de l'inclinaison absolue des vagues, même dans les cas où le navire suit le mieux les mouvements de sa position d'équilibre hydrostatique. Sur la forme d'une onde considérée isolément, ces courbes peuvent donner quelques indications intéressantes, malgré l'absence d'une ligne marquant l'inclinaison zéro; elles peuvent dire, par exemple, si l'arc allant d'un point d'inflexion à l'autre passe en moins de temps, lorsqu'il contient le sommet que lorsqu'il contient le creux, et si les inclinaisons varient plus brusquement aux environs du point d'inflexion situé au vent que dans le voisinage de l'autre, de manière à exprimer l'effet

d'une pente plus raide. L'importance des relevés continus et automatiques est surtout dans la précision avec laquelle ils donnent toutes les mesures de durées, la valeur des périodes, les intervalles qui séparent le retour des inclinaisons *maxima* ou *minima*, ainsi que dans la manière dont ils inscrivent la succession des vagues d'inclinaisons variées, et enregistrent les superpositions d'ondes si difficiles à observer directement. C'est à ces derniers points de vue qu'il convient d'entrer dans une analyse plus détaillée.

La superposition de deux mouvements oscillatoires distincts de l'eau peut se manifester de deux manières principales : par des irrégularités dans la forme des ondulations enregistrées, et par des variations de hauteur et d'inclinaison des vagues.

Des irrégularités consistant dans un double point d'inflexion sur un seul penchant de vague, se manifestent seulement dans les courbes du 17 septembre. Les ondulations irrégulières qui résultent ainsi manifestement de la juxtaposition de deux vagues reviennent avec une périodicité assez exacte; ce sont surtout les demi-ondes

n^os^ 85, 104, 112, 126, 146, 166, 186 de l'expérience 3,
et n^os^ 79, 98, 118, 133, 160 de l'expérience 4.

L'existence de *maxima* et de *minima* alternatifs bien tranchés pour l'inclinaison des vagues se constate dans les deux journées. Dans les quatre expériences, les *maxima* et les *minima* se reproduisent à peu près périodiquement, comme on le voit dans le tableau suivant, où sont inscrits tous les numéros des demi-ondulations d'amplitude maximum successives :

Expérience 1.	Expérience 2.	Expérience 3.	Expérience 4.
3	57	6	27
12	74	22	35
19	86	34	48
25	103	48	53
36	115	61	63
»	135	75	77
»	149	»	84

Le rapport entre les inclinaisons maximum et les inclinaisons minimum relevées sur les courbes est souvent de trois à un, au moins, dans chacune des deux journées; or il n'y a pas de raisons de croire que ce rapport soit beaucoup altéré par l'instrument, et diffère du rapport réel. Des variations aussi considérables dans la hauteur des vagues permettent de croire qu'il est arrivé à des marins, dépourvus d'instruments enregistreurs, de prendre l'intervalle entre des retours de vague d'incli-

naison maximum pour la période même des vagues. Nous verrons plus loin que l'on ne peut expliquer que par une erreur de ce genre certaines valeurs, données pour les périodes, et manifestement cinq ou six fois trop fortes.

Les superpositions de houles se manifestent, comme on sait, par des variations dans la vitesse de propagation des vagues résultantes en même temps que par des variations dans leur hauteur. Ainsi, quand, par la superposition d'une seconde houle de même période, la hauteur de vagues h devient $h+h'$, la vitesse de propagation U diminue et devient $U\frac{h}{h+h'}$ (*); la période devient donc plus longue, par rapport à un navire immobile ou animé d'une vitesse de progression uniforme indépendamment du mouvement ondulatoire de l'eau. On peut remarquer sur les courbes, surtout pendant la journée du 17, que les ondes les plus inclinées ont en effet une durée plus longue que les moins inclinées; à cet égard, il est intéressant de comparer surtout entre elles :

la vague 17-18 et la vague 22-23			la vague 69-70 et la vague 76-77		
—	34-35	— 38-39	—	85-86	— 90-91
—	67-68	— 73-74	—	142-143	— 146-147
de l'expérience 3;			de l'expérience 4.		

Toutefois il ne faudrait pas trop se hâter de conclure, parce que la coïncidence observée entre les grandes périodes et les grandes inclinaisons peut tenir en partie à ce que les vagues simples, à période plus longue et par suite à longueur plus grande, impriment à la position d'équilibre du navire une plus grande fraction de leur inclinaison.

Les expériences, qui ont donné à bord de *l'Annamite* ces courbes si intéressantes pour l'étude des vagues, constituaient la première applications qui eût encore été faite de l'oscillographe double à l'étude du tangage. Je n'ai pu, depuis lors, faire d'expériences du même genre que dans le voisinage de la rade de Cherbourg, en me servant d'un petit remorqueur, *la Navette*, affecté au service de la Direction des constructions navales; les vagues observées avaient toutes de 20 à 25 mètres de longueur de crête en crête, et se trouvaient ainsi un peu plus grandes, par rapport à *la Navette* dont la longueur est de 21 mètres, que les vagues de la Méditerranée par rapport à *l'Annamite* dans la journée du 17 septembre. La vitesse et le cap du navire pouvaient cette fois être changés à volonté. Les courbes de *la Navette*, importantes au point de vue des lois du tangage plutôt que pour l'étude de la mer, ont

(*) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, séance du 9 mars 1874. Voir aussi *les Vagues et le roulis, les qualités nautiques des navires*, Paris, chez Berger-Levrault, n° 13.

montré que le navire doit rester au-dessous d'une certaine vitesse, pour que le petit pendule trace une ligne droite et pour que, par suite, le grand pendule enregistre la forme des vagues. Quand la vitesse limite est dépassée, il se produit un tangage relatif par rapport à la position d'équilibre hydrostatique, et les courbes ne peuvent plus donner que des résultats incertains pour l'étude de la mer.

L'un des points curieux mis en lumière par les expériences de *la Navette* est la possibilité de déduire la longueur exacte des vagues, de deux relevés pris avec l'oscillographe mer debout et mer de l'arrière, la vitesse du navire dans les deux sens étant connue. Le synchronisme entre la houle et le tangage absolu s'est en effet toujours conservé, même lorsqu'il se produisait un certain tangage relatif. Dans ces conditions, soit T_r la demi-période du tangage mer de l'arrière, et T'_r la demi-période mer debout, la première beaucoup plus longue que la seconde; soit V la vitesse du navire mer de l'arrière, V' la vitesse mer debout; soit enfin L la demi-longueur inconnue des vagues et U leur vitesse de propagation. Nous avons :

$$L = (U - V)\, T_r,$$
$$L = (U + V')\, T'_r;$$

nous en tirons, en éliminant U,

$$(1) \qquad L = (V + V')\, \frac{T_r - T'_r}{T_r\, T'_r}.$$

Il est à remarquer que cette formule est indépendante des relations théoriques entre U, L, T; de plus son exactitude ne serait pas affectée par des erreurs égales et de signe contraire sur V et V'.

Les vitesses V et V' appellent ici une courte digression, à peine étrangère d'ailleurs à notre sujet. En général, ces vitesses sont toutes deux moindres que la vitesse en mer calme, parce que, mer de l'arrière aussi bien que mer debout, le courant produit par l'oscillation horizontale de l'eau est alternativement favorable et contraire; mer debout il est contraire sur les sommets, et mer de l'arrière il est contraire dans les creux. Si la mer est peu profonde, la houle produit à la surface un courant de nature particulière, le *flot-courant;* dans ce cas, la vitesse mer de l'arrière peut dépasser la vitesse en eau calme, si le navire n'a pas assez de tirant d'eau pour pénétrer à la profondeur où règnent les courants de sens contraire (*).

(*) On croyait jusqu'ici que le flot-courant ayant lieu à la surface, le contre-courant ou recul se produisait au fond. Des expériences toutes récentes, faites à Cherbourg par M. le Mis de Caligny et moi, ont fait reconnaître l'existence du courant en avant ou flot-courant à la surface, avec courant également en avant près du fond, tandis que le contre-courant avait lieu à mi-pro-

Les courbes de *la Navette* ajoutent peu de chose à ce que font connaître celles de *l'Annamite* sur la forme qu'affectent les vagues et la manière dont elles se succèdent. Il importe seulement de noter la demi-période moyenne T, qui a été de 2^s sur *la Navette*, tandis que, par une brise de même intensité (brise n° 6), elle était de $2^s\frac{3}{4}$ dans les expériences de *l'Annamite*. Ces deux nombres montrent l'influence de la configuration et de la profondeur des mers sur la période des vagues, pour la Manche et le golfe du Lion comparés l'un à l'autre. La variation de T en fonction de la position géographique apparaît bien plus nettement encore, si l'on rapproche, des périodes qui précèdent, celle de $4^s\frac{1}{2}$ trouvée dans le golfe de Gascogne par une brise d'Ouest n° 5, dans des observations de roulis faites le 12 et le 13 septembre à bord de *l'Annamite* à l'aide de l'oscillographe double. Ces nombres, 2^s, $2^s\frac{3}{4}$, $4^s\frac{1}{2}$, mettent en évidence la difficulté d'une théorie de la formation des vagues sous l'action du vent, en faisant voir qu'il y a autant de modes de formation qu'il y a de mers; ils montrent aussi l'importance qu'aurait une carte donnant, au point de vue de la période habituelle de la houle, la géographie de la mer. L'extension prise dans ces dernières années par l'observation des vagues permet d'espérer que l'époque approche où la mer sera ainsi pratiquement connue (*).

A la suite d'une prescription ministérielle, les observations de vagues se sont en effet multipliées depuis trois ans, et l'on trouve peu de devis de campagne où il n'en ait été consigné quelques-unes. Bien que faites sans le secours d'instruments spéciaux, ces relevés directs ont, par leur nombre, une grande importance; leur exactitude doit aller, d'ailleurs, en croissant. Sur la hauteur des vagues, on est revenu déjà des exagérations auxquelles jadis on se laissait entraîner; les estimations les plus hardies s'arrêtent à 12 mètres pour la hauteur $2h$ prise du creux et à la crête, et, dans les séries d'observations présentant les meilleurs caractères d'exactitude, les estimations les plus fortes s'arrêtent à 7 mètres. Relativement à la demi-période T, les observations offrent

fondeur environ; le courant de fond en avant était plus continu et plus régulier que le courant de la surface et atteignait à peu près la même vitesse. La vitesse maximum du courant de recul, peu différente de celle des courants en avant, était atteinte, dans ces expériences, aux deux cinquièmes de la profondeur à partir du fond.

(*) Les résultats d'observation étaient beaucoup moins nombreux qu'aujourd'hui, en 1873, quand j'ai présenté à l'*Institution of naval architects*, le *Memoir on the experimental study of waves* inséré dans le tome XIV de ses *Transactions* et reproduit dans la *Revue maritime* de janvier 1874.

M. Ch. Antoine a composé l'an dernier un recueil considérable, sur le même sujet, à l'aide des devis de campagne de bâtiments remis au seul port de Brest dans ces dernières années.

souvent des obscurités, à cause du doute sur la manière dont les commandants comptent l'angle α compris entre le cap du navire et la direction du navire; il importe sur ce point d'établir une règle précise.

Considérons un navire N animé d'une vitesse V, et deux houles dont la vitesse de propagation est U, pour celle venant de l'arrière, et U', pour celle venant de l'avant. Il est clair, d'après tous les usages de la mécanique, que l'angle α doit être compté dans les deux cas comme l'indiquent les arcs tracés sur la figure 19. C'est en adoptant cette règle qu'a été établie la formule donnant la demi-période absolue en fonction de la demi-période relative T_r,

Fig. 19.

$$(2) \qquad T = \frac{T_r}{2} \pm \sqrt{\frac{T_r^2}{4} - \frac{\pi}{g} V\, T_r \cos \alpha},$$

dans laquelle la vitesse V est exprimée en mètres par seconde, et où le signe + doit être pris quand on a :

$$U > 2\,V \cos \alpha.$$

Mais, en marine, tandis qu'on appelle direction d'un navire l'aire de vent vers laquelle il marche, on nomme d'ordinaire direction de la houle, l'aire de vent d'où elle vient, de telle sorte que cap à l'Ouest avec mer de l'Ouest, par exemple, signifie que l'on a $\alpha = 180°$. Or, la plupart du temps, les commandants inscrivent dans ce cas $\alpha = 0$; il faut prendre alors, pour α, les suppléments de toutes les valeurs qu'ils ont données.

Il est à remarquer que l'angle α est nécessairement plus grand que 90°, quand on a, en valeur absolue,

$$T_r < 4 \frac{\pi}{g} V \cos \alpha,$$

parce que la valeur de T doit être toujours réelle. Toutefois cette règle même pourrait induire en erreur sur la manière dont les angles α ont été comptés, à cause des inexactitudes dans l'estimation des valeurs numériques de T_r, V, α, et peut-être aussi à cause de l'imperfection des formules qui conduisent à l'équation (2).

Un exemple fera mieux comprendre les difficultés auxquelles conduit pour l'intelligence des relevés, l'incertitude sur la manière dont l'angle α est compté. Je prendrai à cet effet le tableau suivant, qui résume les observations faites pendant la dernière campagne du *la Clochetterie* :

VITESSE DU NAVIRE en mètres. V	CAP DU NAVIRE	DIRECTION de LA HOULE	ANGLE DU CAP et DE LA HOULE inscrit au devis. α	DEMI-PÉRIODE relative de LA HOULE T_r
$3^m,25$	S.-O.	N.-E.	180°	$5^s,15$
$5^m,00$	S.-S.-O.	N.-N.-E.	180°	$5^s,45$
$3^m,00$	N.-O.¼N.	N.	33°	$2^s,50$
$7^m,80$	O.-N.-O.	E.-S.-E.	180°	$15^s,00$
$0^m,25$	O-¼N.-O.	O.-N.-O.	90°	$3^s,75$

Les valeurs de T calculées à l'aide de ce tableau présenteraient de grandes singularités. La première expérience tend cependant à faire croire que les α sont bien mesurés, car, en y faisant $\alpha = 0$, on trouverait pour T une valeur imaginaire. Il faut, pour discuter ces nombres, s'appuyer surtout sur la quatrième expérience. Des vagues de 15^s de demi-période relative mer debout, et par conséquent de plus de 15^s de demi-période absolue, n'existent pas ; il faut donc remplacer les angles α par leurs suppléments. Cela admis, on reconnait que la difficulté, qui se rencontre pour la première expérience, peut être levée, en admettant pour V une erreur d'un demi-mètre et pour T_r une erreur de 1^s; ces erreurs, dans des estimations directes faites sans instrument, sont très-admissibles. En faisant ainsi dans la première expérience la correction de V et de T_r de manière à rendre T réel, et en remplaçant partout α par son supplément, on obtient un ensemble d'observations où tous les nombres sont bien d'accord entre eux, rentrent dans les valeurs admises, et satisfont aux lois théoriques ; on obtient en effet le tableau suivant, où les demi-longueurs théoriques,

$$(3)\quad L = \frac{g\,T^2}{\pi},$$

ont été mises à côté des demi-longueurs observées.

Vitesse du navire en mètres. V	Angle du cap et de la houle (corrigé) α	Demi-période relative observée. T_r	Demi-période absolue calculée. T	Demi-longueur observée. L'	Demi-longueur calculée. L	Demi-hauteur observée. h	MER où a été faite l'observation.
(4m,75)	0°	(6s,08)	(3s,04)	27m,0	(28m,8)	1m,75	Mer de Chine, près de l'île Chapel.
5m,00	0°	5s,45	2s,90	22m,5	26m,3	1m,25	Mer de Chine, près du cap Vidès.
3m,00	147°	2s,30	2s,83	25m,0	25m,0	2m,00	Mer Jaune, près du cap Shautnug.
7m,80	0°	13s,50	3s,20	34m,0	32m,0	2m,25	Océan Pacifique, canal Kié.
0m,25	90°	2s,75	3s,75	40m,0	43m,9	3m,00	Méditerranée, à l'ouverture de l'Adriatique.

Les observations du *la Clochetterie*, après cette discussion, peuvent être classées au nombre de celles qui offrent les caractères d'exactitude les mieux accusés.

Le relevé continu et automatique à l'aide des appareils enregistreurs, et l'observation directe de la mer, ont, l'un et l'autre, leurs mérites propres et leurs causes particulières d'inexactitude ou d'insuffisance. C'est par la combinaison des deux procédés que l'on atteindra le double but auquel vise l'étude expérimentale des vagues, savoir :

1° Vérification des lois théoriques du mouvement ondulatoire ;

2° Mesure des dimensions absolues, moyennes et *maxima*, des ondes.

Les calculs, qui ont révélé les lois du mouvement orbitaire et de sa propagation, et auxquels on doit les relations algébriques connues entre L, L', T, ainsi que la formule (2), ne tiennent compte, ni de la viscosité de l'eau, ni de la profondeur et de l'étendue de la mer qu'ils supposent toujours infinies, ni, peut-être, d'une imperfection dans la loi des pressions admise en hydrodynamique. Si exactes qu'aient paru être jusqu'ici les vérifications expérimentales, il y a donc des coefficients correcteurs à déterminer, et une limite à établir pour les profondeurs et les étendues d'eau au-dessous desquelles les lois doivent changer. Quant au reproche qui a été fait à la théorie de ne pas tenir compte de la *condition d'irrotation* des particules liquides, je crois que les considérations théoriques suffisent pour l'écarter et que les vérifications expérimentales n'ont pas ici besoin d'intervenir. Cette condition, en effet, n'est nullement imposée par les propriétés des liquides ; les mouvements des diverses molécules sont indépendants les uns des autres, et il n'est pas

permis d'attribuer un moment d'inertie à un groupe de molécules si petit qu'il soit (*).

Les dimensions absolues à mesurer peuvent être regardées comme se réduisant à deux : la demi-hauteur h et la demi-période T, la loi qui lie T à L étant admise.

La mesure des hauteurs doit être particulièrement l'objet des observations directes; les relevés automatiques n'indiquent guère jusqu'ici que la manière dont les hauteurs varient d'une vague à l'autre. La hauteur des vagues est l'élément dont le public se préoccupe le plus; sa connaissance présente aussi quelque utilité pour l'architecture navale, car le roulis maximum des navires est inversement proportionnel à la racine carrée de l'inclinaison des vagues Θ, laquelle est liée à la hauteur par la relation :

$$(4) \qquad \sin \Theta = \pi \frac{h}{L}.$$

Pour la mesure des périodes, les appareils enregistreurs ont de très-grands avantages. On le reconnaîtra en considérant, d'une part, la précision des courbes de la Pl. III, au point de vue de la mesure des durées, d'autre part, le tableau suivant, de périodes relevées directement dans la Manche, il y a peu de temps, par le commandant d'une canonnière, dans lequel tous les nombres présentent évidemment une énorme exagération :

Angle du cap et de la houle α (ou $180° - \alpha$?)	Période totale observée $2\,T_r$
67°	45ˢ à 50ˢ
45°	40ˢ à 50ˢ
112°	15ˢ à 20ˢ
67°	30ˢ à 40ˢ
80°	40ˢ
60°	35ˢ à 40ˢ

Quelle que soit la manière de compter α, ces valeurs de T_r, sauf peut-être la troisième, ne se rencontreraient pas, même dans le Pacifique. Les intervalles entre le retour des vagues maximum ont sans doute été pris pour des périodes de vagues. L'emploi d'un instrument enregistreur permet de reconnaître et d'éviter les erreurs de ce genre.

La demi-période des vagues est l'élément le plus important à obtenir au point de vue de l'architecture navale ; une des règles les plus importantes pour le constructeur consiste, en effet, à éviter le plus possible le synchronisme entre la houle et le roulis. On a objecté, il est vrai,

(*) Voir *les Vagues et le roulis, les qualités nautiques des navires*, n° 15, p. 47.

contre cette règle, que la période relative des vagues T_r change avec le cap du navire, de telle sorte que le synchronisme, évité pour une allure, peut se retrouver sous une autre. Les limites extrêmes de cette période relative,

$$\frac{T^2}{T - t} \text{ et } \frac{T^2}{T + t'},$$

(t étant la demi-période de vagues se propageant avec la vitesse V du navire) sont d'ailleurs souvent très-écartées, et l'on ne peut en effet éviter de tomber entre elles. Mais le synchronisme à éviter est celui de la mer du travers. Quand l'angle α diffère beaucoup de 90° et que T_r s'écarte notablement de T, l'inclinaison Θ_r de l'eau suivant le plan transversal du navire devient très-faible par rapport à Θ, et les très-grands roulis ne sont plus à craindre. L'angle Θ_r varie même beaucoup plus vite que la période T_r; ainsi, pour $\alpha = 60°$, ou $\alpha = 120°$, on a :

$$\tang \Theta_r = \sin \alpha \tang \Theta = \frac{1}{2} \tang \Theta ;$$

or, en attribuant à V et à T les valeurs assez usuelles de 5^m et 4^s, la formule exprimant T_r en fonction de T,

$$T_r = \frac{T^2}{T - \frac{\pi}{g} V \cos \alpha},$$

donne

$$T_r = 5^s{,}0 \text{ pour } \alpha = 60°,$$

et

$$T_r = 3^s{,}3 \text{ pour } \alpha = 120°$$

La période a varié du quart seulement de sa valeur, tandis que l'inclinaison diminuait de moitié.

Remarquons en terminant que les tracés continus et automatiques, qui ont une grande supériorité pour la mesure de l'élément le plus important de la houle, et dont les causes d'inexactitude ont l'avantage d'être constantes et susceptibles d'être discutées, peuvent s'obtenir avec des appareils beaucoup plus simples que l'oscillographe double employé sur l'*Annamite* et *la Navette*. Il n'est point nécessaire d'avoir la ligne droite tracée par le petit pendule ; il suffit de savoir que, tracée, cette ligne serait droite. Le petit pendule peut être établi à part, dans un faux-pont, près du maître-couple, en face d'un point de repère quelconque ; reste-t-il immobile par rapport au navire, il n'y a plus qu'à enregistrer le tangage absolu. Les courbes, si intéressantes alors pour l'étude des vagues, peuvent être tracées à l'aide de la toupie de M. le vice-amiral Pâris, à l'aide du pendule à très-longue période, à l'aide

l'appareil photographique disposé par M. Huet pour relever d'une manière continue le mouvement relatif de l'horizon, à l'aide, enfin, d'un simple viseur tenu constamment braqué sur l'horizon. Ce dernier instrument peut toujours être improvisé à bord.

M. de BAILLEHACHE

Ingénieur civil.

COMMUNICATION PERMANENTE DES TRAINS EN MARCHE AVEC LES STATIONS OU ENTRE EUX.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. DE BAILLEHACHE décrit les dispositions qu'il a imaginées pour mettre en communication permanente les trains de chemin de fer avec les stations. Un fil métallique isolé court entre les rails; il est supporté par des bobines coniques en caoutchouc, dites à isolation intérieure ; sur ce fil appuie une palette en cuivre, rattachée au fourgon, pressée par un ressort léger, et que le chef de train peut retirer à volonté; les plaques de garde du fourgon et les rails complètent le circuit. Deux appareils télégraphiques placés, l'un dans le fourgon, l'autre à la station voisine, sont ainsi en relation permanente; la simple manœuvre d'un commutateur permet de faire communiquer entre eux soit deux trains circulant sur la même voie ou sur des voies distinctes, soit un train avec l'une quelconque des stations de la ligne; enfin les interruptions des contacts au droit des passages à niveau peuvent s'enregistrer sur un cadran, qui donnera ainsi à chaque instant la position du train sur la voie. Une disposition spéciale permet de relier électriquement les wagons d'un train par le seul fait de l'attelage des chaînes de sûreté; de là, possibilité de mettre en relation le mécanicien ou un compartiment quelconque avec le chef de train.

L'orateur explique les précautions qu'il a prises pour que le service se fasse sûrement et régulièrement. Le système a été appliqué sur la ligne de Grenelle au Champ-de-Mars, où les membres de la section ont été autorisés à le visiter.

M. Alfred DURAND-CLAYE

Ingénieur des ponts et chaussées, Professeur à l'École des Beaux-Arts.

STABILITÉ DES VOUTES.

— *Séance du 27 ao 1878.*

Exposé. — *Imperfection des méthodes anciennes de vérification de la stabilité.* — La stabilité des voûtes en maçonnerie ou des arcs métalliques est ordinairement étudiée par voie de simple vérification :

On prend la voûte ou l'arc supposés en équilibre sous l'action d'un certain nombre de forces extérieures connues et l'on cherche simplement par les formules aussi bien que par les constructions géométriques, si l'hypothèse de l'équilibre est compatible, d'une part, avec l'intensité et la disposition des forces extérieures; d'autre part, avec la forme de la construction et la résistance des matériaux qui la composent. Encore le plus souvent, cette vérification n'est-elle faite qu'en partant de données arbitraires qui seules permettent d'arriver à la solution, et de sortir de l'indécision qu'entraîne forcément l'ignorance où l'on se trouve à priori de la répartition des réactions moléculaires dans la construction en équilibre.

C'est ainsi que dans la méthode graphique si connue de Méry, on prend arbitrairement le point d'application de la poussée à la clef et le point d'application de la résultante sur un joint. Ces deux conditions, jointes à la connaissance du poids des diverses parties de la construction et de la verticale de leurs centres de gravité respectifs, permettent de déterminer la grandeur de la poussée et par suite les diverses résultantes, dont les points d'application réunis par une courbe continue, forment la *courbe des pressions*. On vérifie si cette courbe des pressions s'éloigne assez des contours limites de la construction pour éviter l'écrasement d'une arête. Mais cette courbe déterminée ainsi arbitrairement, ne donne aucune idée précise sur la stabilité de la construction : A-t-on choisi des données qui conduisent à une des solutions possibles ? Est-on dans un cas de stabilité limite, ou, au contraire, a-t-on à faire à une construction admettant un grand nombre de solutions d'équilibre. Où sont les joints faibles ? etc.

Méthode nouvelle. — Dans deux articles publiés en 1867 et 1868 dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, nous avons cherché à faire disparaître cette indétermination et à définir toutes les solutions d'équilibre et celles-là seulement en tenant compte des données pratiques de la ques-

tion, c'est-à-dire de la résistance propre des matériaux, dont est formée la construction, aussi bien que des profils et des poids ; nous avons donné une méthode, applicable aux arcs métalliques aussi bien qu'aux voûtes maçonnées, c'est-à-dire admettant ou n'admettant pas à volonté des tractions aussi bien que des pressions dans les divers joints.

Depuis lors, nous avons apporté une certain nombre de simplifications et donné quelques extensions à notre méthode ; ce sont ces simplifications et ces extensions que nous nous proposons de faire connaître aussi sommairement que possible à la section.

Principe de la méthode. — Nous rappelons en deux mots le principe de notre méthode.

Lorsqu'une voûte ou un arc sont en équilibre, on est parfaitement sûr qu'en aucun point la résistance pratique des matériaux n'est dépassée, puisqu'il n'y a ni écrasement ni arrachement sur aucune arête, où les efforts maximas s'exercent naturellement. On en conclut immédiatement que pour un joint quelconque, la résultante ne sort pas des profils de la route en admettant une résistance indéfinie, on ne se rapproche pas assez près d'une arête pour en produire l'écrasement en admettant une résistance finie.

Répartition des pressions normales sur un joint. — Cette dernière condition s'exprime facilement à l'aide des formules qui se trouvent dans tous les ouvrages de mécanique appliquée et qui donnent la relation entre la grandeur et le point d'application de la résultante normale des forces sur ce joint, ainsi qu'entre la grandeur et le point d'application de la pression ou de la tension en un point quelconque du joint. En empruntant, par exemple, à M. Bresse la formule en question, on a :

$$y\,\Omega = \mathrm{Y}\left(1 + \frac{x\,\mathrm{X}}{r^2}\right) \quad (1)$$

En appelant Ω la surface du joint

r^2 le carré du rayon de gyration, c'est-à-dire $\frac{\mathrm{I}}{\Omega}$ I, étant le moment d'inertie ;

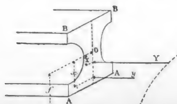


Fig. 20.

Y, X, la grandeur et la distance au centre d'élasticité du point d'application de la résultante ;

y, x, la grandeur et la même distance pour la pression ou la tension en un point quelconque.

Si, à l'aide de cette formule, on cherche l'effort exercé sur l'arête AA, on fera $x = f$, soit la distance de l'arête au centre d'élasticité ; si l'on appelle p l'effort sur l'arête, on aura :

$$p . \Omega = Y \left(1 + \frac{f X}{r^2} \right) \quad (2)$$

Courbe des résultantes normales correspondant à l'effort limite. — Or, si l'on cherche toutes les résultantes normales, qui donneraient constamment en AA, un même effort p, on n'aura qu'à considérer Y et X comme variables dans la formule (2). On voit de suite que les extrémités des lignes représentatives de toutes ces résultantes normales sont situées sur une hypothèse équilatère, ayant pour asymptotes la ligne de joint et une normale, menée à une distance du centre d'élasticité égale à $-\frac{r^2}{f}$.

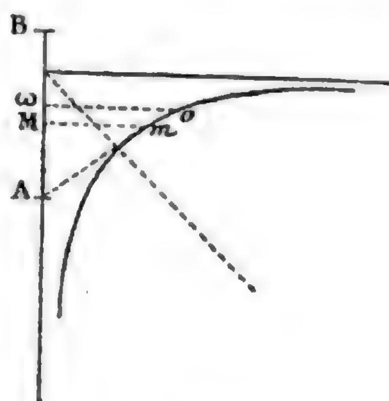


Fig. 21.

Si p est l'effort limite d'écrasement admissible sur l'arête AA, l'hyperbole en question limitera toutes les résultantes normales *admissibles*, c'est-à-dire celles qui ne feront pas dépasser en A la limite d'écrasement, On sait avec quelle facilité se trace une hyperbole équilatère, une fois qu'on en connait un seul point et les asymptotes ; or, on a immédiatement le point o situé sur la normale passant par le centre d'élasticité; car on a $O\,o = p\,\Omega$ (répartition uniforme de l'effort limite) ; on aurait, du reste, un second point aussi facilement, en prenant l'abscisse égale à $+\frac{r^2}{f}$, ce qui donnerait l'ordonnée $\frac{p\,\Omega}{2}$, moitié de la précédente. Pour un joint, symétrique par rapport à O, cette dernière ordonnée et le pied de l'abscisse normale se trouvent précisément à la limite du noyau central, c'est-à-dire aux points où le joint cesse d'être entièrement comprimé, les tractions commençant à se manifester pour toute résultante dont le pied dépasserait ces limites. Dans une section rectangulaire, ces deux points sont situés au tiers du joint. Enfin, lorsqu'on n'admet pas de traction possible, ainsi que cela se pratique ordinairement dans les voûtes maçonnées, à partir de l'ordonnée M m, située à la limite du noyau central, la branche $m\,\alpha$ de l'hyperbole n'est plus applicable et doit être remplacée par une ligne m A, se raccordant en m avec l'hyperbole et se terminant en A, à l'extrémité du joint.

Cette ligne est une droite dans le cas d'une section rectangulaire,s est le lieu des ordonnées limites M m prises pour les diverses surfaces rectangulaires, qui restent seules pressées et pour lesquelles on admet une répartition identique à celle qui a lieu sur le joint complet, lorsqu'il est comprimé sur sa surface entière.

Il est évident que le raisonnement fait en partant de l'arête AA aurait pu se faire en partant de l'arrête BB et que par suite les résultantes

normales admissibles sont limitées par une double courbe, présentant une pointe sur la normale passant par le centre d'élasticité. En cas de symétrie de la surface du joint par rapport à ce point, les deux branches sont symétriques.

Nous pouvons donc maintenant pour un joint quelconque construire l'aire-limite des résultantes normales admissibles, aire pouvant dépasser

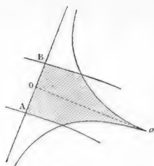


Fig. 22.

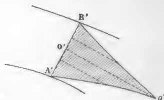


Fig. 23.

les contours de la construction si l'on admet des tractions (fig. 22), aire limitée aux extrémités A' et B' (fig. 23) du joint, si l'on admet seulement des pressions.

Courbe déformée des poussées-limites correspondant à un joint. — Ceci posé, considérons le *joint vertical de la clef* et un *joint quelconque*. Sur chacun de ces deux joints, établissons les courbes des résultantes limites, simples hyperboles équilatères ou droites.

Il existe entre ces deux courbes une liaison évidente au point de vue des conditions pratiques de stabilité. Nous pouvons pour chaque résultante normale NN' du joint a b construire la poussée correspondante, en renversant la construction de M. Méry.

En effet, si NN' est la composante normale d'une certaine résultante, l'extrémité de la ligne représentative de cette résultante se trouvera sur la parallèle au joint, N'R; mais si, d'autre part, nous portons de N en P le poids de la portion de voûte comprise entre la clef et le joint a b, la même extrémité de la résultante se trouvera sur l'horizontale PR. La résultante sera donc déterminée par l'intersection des lignes N'R et PR; elle sera NR; la grandeur de la poussée correspondante sera PR. Prolongeant la ligne NR jusqu'en H, sur la verticale GG' du centre de gravité de la portion de voute a_0b_0ab, et menant l'horizontale H p, on reportera de p en r la grandeur PR, et on aura en pr la grandeur et la position de la poussée limite correspondant à la résultante-limite NN'. La même construction appliquée à tous les points de la courbe-limite

$\beta N \omega$ donnerait une courbe BD pour les extrémités de toutes les poussées correspondantes. Cette courbe est elle-même une hyperbole équilatère ; car prenant les moments par rapport au point M, sommet de l'hyperbole équilatère des deux systèmes de composantes de la résultante NR, c'est-à-dire de la poussée et du poids $H\pi$, d'une part et des deux composantes normale et parallèle au joint de l'autre, on a :

Fig. 24.

$$pr \times ps - H\pi \times MS = NN' \times MN.$$

(Le moment de la composante parallèle au joint est nul, cette force passant par le point M.)

Ou : posant

$$pr = y \qquad H\pi = P$$
$$ps = x \qquad MS = m$$
$$NN' = Y$$
$$MN = X$$

$$xy - Pm = XY = K^2$$ (K² étant le paramètre de l'hyperbole équilatère $\beta\omega$).

ou $$xy = K^2 + Pm = K'^2$$

La courbe des poussées, que nous appellerons la *déformée* de la courbe primitive $\beta\,\omega$ est donc elle-même une hyperbole équilatère ayant pour asymptotes la verticale à la clef et l'horizontale passant par M. Elle se

construira donc avec la plus grande simplicité, une fois qu'on en connaîtra un seul point (*).

Si l'on considère les deux branches de la courbe limite $\beta\ \omega\ \alpha$, elles donneront pour la déformée une courbe à deux branches ABD, se coupant au point D, correspondant au point ω de la courbe limite. *Toutes*

Fig. 25.

les poussées possibles par rapport au joint $a\ b$, c'est-à-dire toutes celles qui ne feront dépasser nulle part sur ce joint l'effort-limite, *seront comprises dans l'aire* ABD. D'autre part, par rapport au joint de la clef, il existe une courbe-limite $\alpha_0\omega_0\beta_0$ des poussées que ne doivent pas dépasser les extrémités des lignes représentatives des poussées admissibles. Il s'en suit que les seules poussées admissibles à la fois par rapport au joint $a\ b$ et au joint a_0b_0 sont comprises dans *l'aire commune* $p\ q\ r\ s$.

Aire-résidue donnant les poussées admissibles pour une résistance déterminée.— Le même raisonnement appliqué aux divers joints de la construction, donnerait pour chacun d'eux une aire commune analogue.

La superposition de ces aires-communes donnerait une *aire-résidue* comprenant la surface, appartenant à la fois à toutes les aires communes. Cette aire-résidue renfermerait les extrémités de toutes les poussées possibles. Si la superposition ne donne pas d'aire-résidue, la stabilité est impossible ; si elle donne un seul point, la stabilité est limite ; si elle donne une aire plus ou moins étendue, la stabilité admet une infinité de solutions, comprises entre des limites plus ou moins étendues,

(*) Les seules courbes à tracer dans notre méthode, simplifiée comme nous la présentons aujourd'hui, sont des hyperboles équilatères. On peut donc, ainsi que nous l'a fait remarquer avec raison M. Cunq, conducteur des Ponts et Chaussées, tracer à l'avance sur un patron diverses hyperboles équilatères correspondant à une série de valeurs de K^2 et reporter immédiatement sur l'épure la courbe tracée à l'avance qui passerait par le premier et unique point déterminé.

et traduites par toutes les courbes de pression ayant pour origine une des poussées possibles.

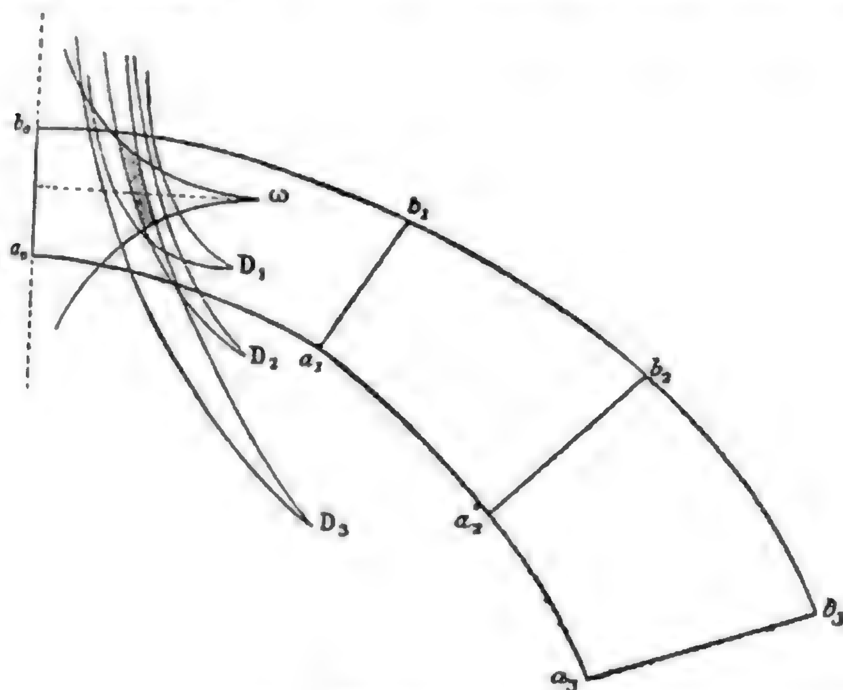


Fig. 26.

Joints faibles; joints de rupture. — L'aire-résidue donne en même temps les joints faibles ou de rupture. Si par exemple l'aire-résidue est limitée par les lignes $r_2\ p_2$ et $s_3\ q_3$ correspondant respectivement à l'effort-limite sur a_2 et b_3; les joints $a_2\ b_2$ et $a_3\ b_3$ seront des joints faibles en ce sens que, parmi les solutions d'équilibre possible il en existe deux, définies par les poussées, dont les lignes représentatives tomberaient en r_2 et q_3, et traduites par les courbes de pression MM', NN' qui tendraient à donner l'effort-limite, la première à l'extrados

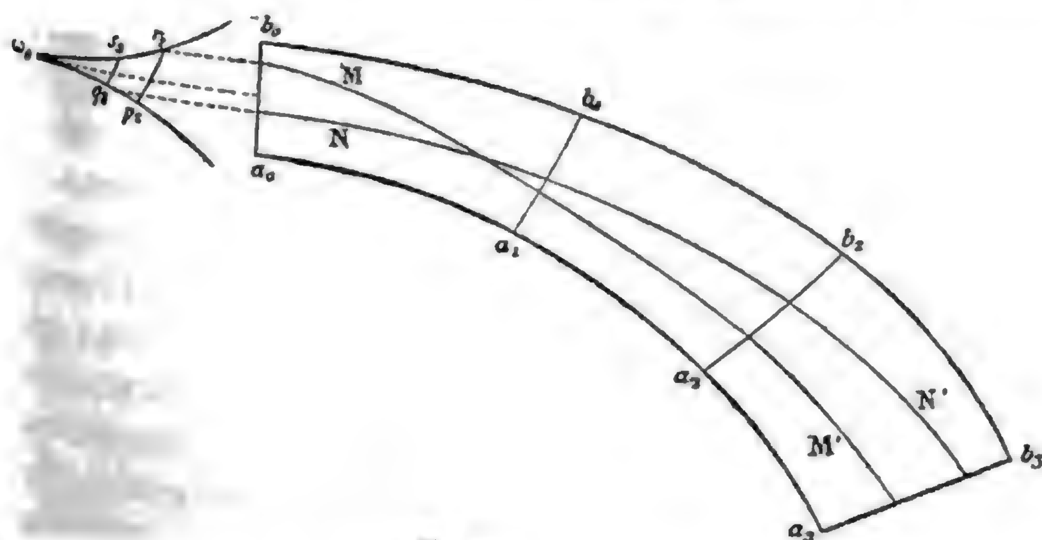


Fig. 27.

à la clef et à l'intrados sur le joint $a_2\ b_2$ (cas ordinaire des pleins-cintres ou des voûtes surbaissées), la deuxième à l'intrados à la clef et à l'extrados sur le joint $a_3\ b_3$ (cas ordinaire des voûtes ogivales et surhaussées).

Cas spécial des voûtes n'admettant pas d'efforts de traction. — Lorsque l'on fait abstraction des tractions, la déformée se compose, outre les branches d'hyperbole équilatère indiquées ci-dessus, de deux branches

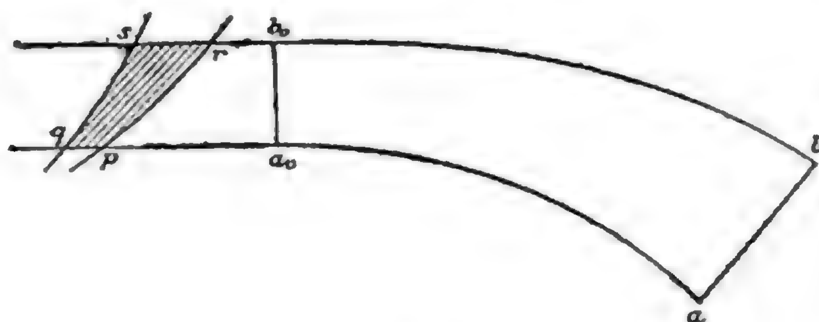


Fig. 28.

de courbe se raccordant à ces hyperboles et correspondant aux résultantes normales des joints situées hors du noyau central. Pour un joint rectangulaire, où ces résultantes sont limitées par une droite, la portion correspondante de la déformée est elle-même une hyperbole du 2e degré (*).

Cas spécial d'une résistance indéfinie. — Comme cas limite, on admet quelquefois dans les voûtes maçonnées une résistance indéfinie; dans ce cas, les courbes de pressions sont simplement astreintes à ne pas sortir

(*) On a en effet, en conservant les notations déjà admises plus haut, et considérant la droite M Ω au lieu de la courbe limite α ω β.

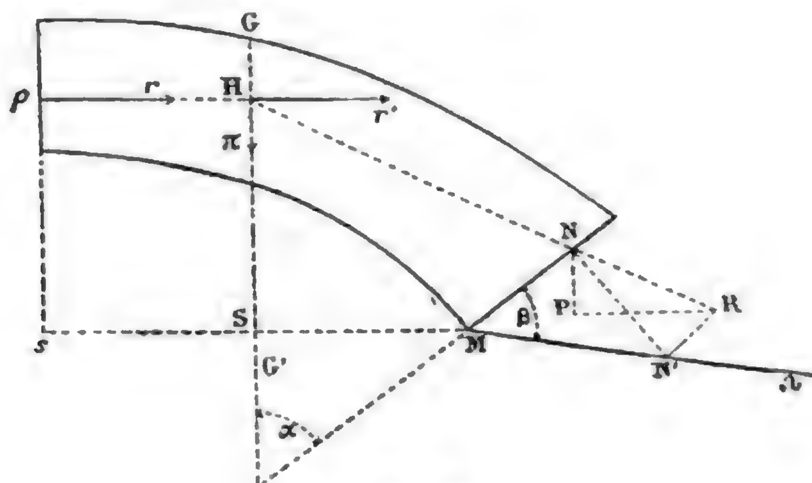


Fig. 29.

$$xy - m\pi = NN' \times MN$$
$$NN' = Y$$
$$MN = X = \frac{Y}{\text{tang}\,\beta}$$
$$\text{D'où } xy = m\pi + \frac{Y^2}{\text{tang}\,\beta}$$
$$\text{Or } NN' = Y = PN \sin\alpha + PR \cos\alpha = \pi \sin\alpha + y \cos\alpha$$
$$x = m\pi + \frac{(\pi \sin\alpha + y\cos\alpha)^2}{\text{tang}\,\beta}$$

des profils. — La méthode s'applique encore en cherchant pour les extrémités d'un joint quelconque toutes les poussées correspondant à des résultantes astreintes à passer constamment soit par a, soit par b. Ces poussées sont encore situées sur deux branches d'hyperboles équilatères. La superposition des aires, limitées aux deux branches correspondant à chaque joint, donne finalement une aire-résidue $p\,q\,r\,s$, analogue comme propriétés à celle que nous avons définie dans le cas général.

Les courbes de pression, correspondant aux joints faibles deviennent tangentes à l'intrados ou l'extrados sur ces joints.

Glissement ou effort tranchant. — Les conditions de glissement pour les voussoirs d'une voûte maçonnée ou d'un arc en fonte et d'effort tranchant pour un arc métallique conduisent à une autre limitation des poussées admissibles extrêmement simple, que nous avions indiquée d'un mot seulement en 1867, et qui est la suivante :

Considérons un point N sur un joint quelconque ab ; élevons la normale NN′; toutes les résultantes passant par le point N auront pour composante le poids NP de la portion de voûte ab, $a_0\,b_0$, et, par suite,

Fig. 30.

leurs extrémités seront situées sur l'horizontale PLL′ ; d'autre part, parmi ces résultantes toutes celles qui feraient avec la normale un angle supérieur à l'angle de frottement δ ne seraient pas admissibles comme tendant à amener le glissement de la partie supérieure sur le joint ab. Les deux valeurs limites admissibles pour la résultante sont donc NL et NL′, correspondant aux poussées PL et PL′, lesquelles peuvent être reportées à la clef en $p\lambda$ et $p'\lambda'$. — La même construction s'appliquerait en un point quelconque autre que N, situé sur le joint ab. Les seules poussées admissibles, au point de vue du glissement sur ab, sont donc celles qui ont leurs extrémités comprises entre les verticales λ et λ'.

La superposition des aires analogues, établies pour les divers joints, conduirait à une aire résidue, comprise entre deux verticales RR′ et

SS', qui pourrait être superposée à l'aire correspondant aux pressions, et éliminer au besoin un certain nombre de solutions.

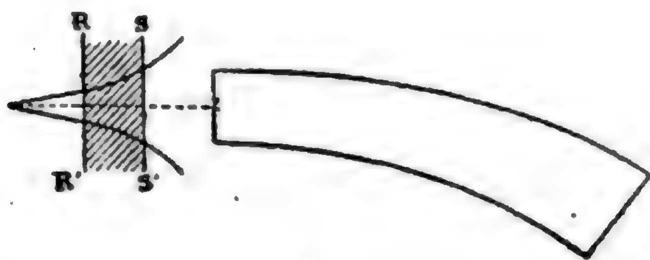


Fig. 31.

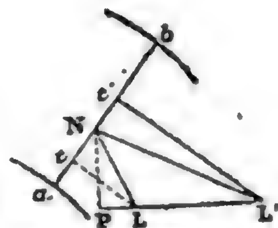


Fig. 32.

Lorsqu'il s'agit d'effort tranchant le raisonnement et les constructions sont identiques, avec cette seule modification qu'après avoir pris un point quelconque N sur le joint, on porte en Nt et Nt' la valeur de l'effort tranchant limite; en élève les normales tL et $t'L'$ qui, par leur rencontre avec l'horizontale PLL', passant par l'extrémité de la ligne représentative du poids, déterminent les deux résultantes limites NL et NL'.

Équilibre des piles et culées. — Parmi les applications et extensions de la méthode qui vient d'être esquissée, nous citerons l'équilibre des piles du pont et piliers divers, et l'équilibre des voûtes de révolution, coupoles, dômes, etc.

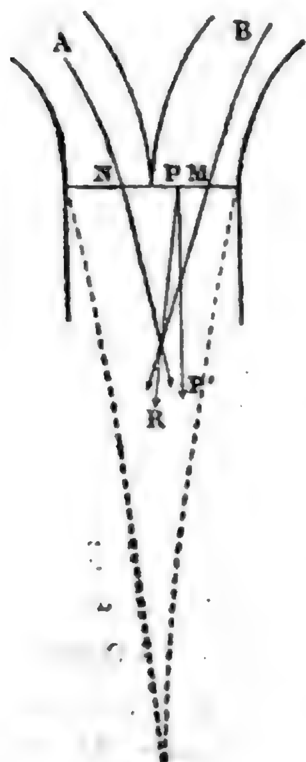


Fig. 33.

Lorsque deux voûtes A et B, symétriques ou non, viendront reposer sur une même pile, on combinera les solutions d'équilibre les plus défavorables, données par exemple par 2 courbes de pression limites, telles que M et N ; on obtiendra une résultante PR, et une résultante normale PP' qui sera toujours le poids total des 2 demi-voûtes, mais dont la position sur le joint de naissance dépendra des 2 courbes M et N, et on vérifiera si PP' sort du contour limite, tracé sur le joint horizontal comme sur un joint quelconque. La combinaison 2 à 2 des solutions les plus défavorables correspondant à chaque voûte donnera sur la pile une série de solutions limites dont on vérifiera la possibilité comme nous venons de l'indiquer.

Voûtes de révolution; coupoles; dômes. — Dans les voûtes de révolution, il convient de tenir compte de la convergence des onglets, dans lesquels on peut décomposer la construction. Très-souvent la voûte n'est pas fermée à la clef, la voûte étant terminée par une lanterne ou un jour central ; même lorsqu'elle est fermée, on ne peut pas admettre, pour

étudier la stabilité, une arête infiniment petite au sommet, laquelle serait compatible avec une résistance indéfinie des matériaux.

On peut tenir compte de la convergence des onglets, ainsi que l'a démontré M. Collignon dans son excellent traité de mécanique appliquée, en multipliant les diverses surfaces d'une section méridienne par la distance de leurs centres de gravité à l'axe et opérant sur les poids qui en resultent comme sur les poids réels des divers voussoirs d'une voûte en berceau. On reconnaît, en effet, que si l'on considère l'onglet compris entre deux plans méridiens infiniment voisins et distants de l'angle $d\theta$, on a pour poids d'un voussoir de section Ω, en vertu du théorème de Guldin : $P = \Omega \rho\, d\theta . d$ (d étant la densité, ρ la distance du centre de gravité à l'axe).

Fig. 34.

La surface du joint ab est de même :

$S = l . R . d\theta$ (R étant la distance du centre de gravité du joint à l'axe et l la longueur ab).

La formule des résultantes normales limites admissibles est $pS = Y\left(1 + \frac{fX}{r^2}\right)$ et devient par suite :

$$p\, l\, R\, d\theta = Y\left(1 + \frac{fX}{r^2}\right)$$

La suppression dans toutes les formules du terme $d\theta$ qui entre partout comme facteur, conduit au procédé indiqué par M. Collignon.

Ce point admis, on pourra appliquer la méthode des voûtes cylindriques, en se passant des poussées à la clef, à l'aide des constructions suivantes :

Fig. 35.

Si l'on connaissait la résultante RF sur le joint supérieur a_0b_0, cette résultante, prolongée jusqu'à la verticale GG' du centre de gravité de la portion de voûte comprise entre a_0b_0, et ab, et reportée en OF_1, pourrait

être combinée avec le poids F_1T de cette portion de voûte; on obtiendrait ainsi une nouvelle résultante OT, qui serait reportée sur *ab* en O'T' et serait, au besoin, décomposée en résultante normale O'N' et composante parallèle au joint N'T'. Or, la composante verticale de RF était le poids RS de la partie de voûte supérieure à a_0b_0; la composante verticale OU ou O'U' de la résultante finale est le poids total de la voûte jusqu'en *ab* et se compose de OS' = RS plus US' = TF_1 = le poids de la voûte compris entre a_0b_0 et *ab*.

Inversement supposons qu'on se donne la résultante normale O'N', et que son extrémité soit située sur la courbe limite $\alpha\alpha$, construite comme dans le cas d'un berceau, mais en tenant compte de la convergence de l'onglet par la transformation indiquée ci-dessus. Portant de O' en U' le poids total de la voûte et menant l'horizontale U'T' jusqu'à la rencontre de la parallèle au joint menée par N', on aura en T'O' la résultante finale. Prolongeant jusqu'en O sur la ligne GG' la ligne O'T', portant sur la verticale en OU à partir de O une longueur égale à O'U' et retranchant US' égale au poids de la portion de voûte $a_0\,b_0\,ab$, on obtiendra OS', et par suite, en ramenant UT en $S'F_1$ on aura OF_1 qui sera reportée en RF; là, cette force RF sera décomposée en une force normale RV et une parallèle au joint FV; le lieu des points V sera la déformée de la courbe limite $\alpha\alpha$, et on raisonnera sur cette déformée, comme sur les courbes analogues étudiées dans les voûtes en berceau.

On reconnaîtrait, enfin, que la réaction RF', égale et opposée à RF, peut être décomposée en une force verticale égale au poids de la partie supérieure de la voûte, et une horizontale RS', égale en valeur absolue à RS. — Les constructions de l'épure, exécutées en partant d'un onglet d'angle $d\theta$, où ce facteur est ultérieurement supprimé et où l'on applique les théorèmes de Guldin, donnent les forces rapportées à l'unité de longueur sur la circonférence de leurs points d'application multipliées par la distance à l'axe, ou les rayons même de cette circonférence. Par suite, RS' représente la force F, rapportée à l'unité de surface, multipliée par r. D'après un théorème connu, la résultante des forces F sur une demi-circonférence de rayon r est $2\,r$ F. La section transversale de l'anneau supérieur entre $a_0\,b_0$ et $a_m\;b_m$ ét ant Ω, et K étant la resistanc sur l'unité de surface, les forces moléculaires qui font équilibre à la force $2r$ F, sont $2K\Omega$; on a donc, ainsi que l'a démontré M. Collignon :

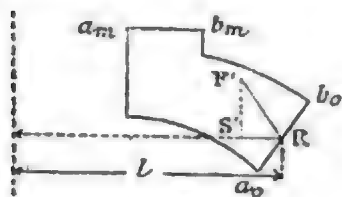


Fig. 36.

$$2\,r\cdot F = 2\,K\Omega$$

$$\text{ou} \qquad r\,F = K\,\Omega$$

Si K est l'effort limite qu'on admette dans la construction, on con-

struira en un point quelconque R de $a_o b_o$ un triangle rectangle, ayant pour côté vertical $R\sigma$= le poids de la partie supérieure de la voûte, et, pour côté horizontal, $\sigma\varphi = K\Omega$; on obtiendra ainsi une valeur limite de la force RS=RS′ et, par suite, une valeur limite $R\varphi$ de la résultante sur $a_o b_o$; traçant une parallèle $\varphi\varphi'$ au joint, on aura une limite que ne devront pas franchir les lignes représentatives des pressions normales; cette limite, correspondant à l'effort de coinçage des onglets, jouera dans les vérifications de stabilité un rôle complémentaire d'élimination, une fois les forces admissibles définies en ce qui concerne les pressions normales et le glissement.

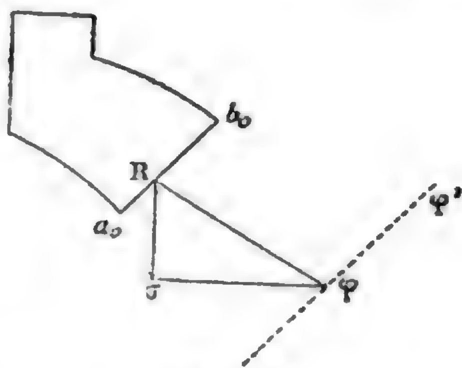


Fig. 37.

Nous espérons avoir montré dans la présente communication de quelles simplifications et en même temps de quelles généralisations est susceptible une méthode dont nous avons exposé les principes en 1867 et qui a été depuis lors exposée par plusieurs professeurs éminents de mécanique appliquée avec une bienveillance dont nous restons profondément reconnaissant.

M. Émile TRÉLAT

Directeur de l'École spéciale d'architecture, Professeur au Conservatoire des arts et métiers.

CHEMINEMENT DES PRESSIONS DANS LES VOUTES BIAISES.

— *Séance du 27 août 1878.* —

Mon collègue au Conservatoire des arts et métiers, M. de la Gournerie a présenté dans une de nos précédentes sessions une *Note sur expériences entreprises pour déterminer la direction des pressions se développent dans une arche biaise* (*). Ces expériences ont été es sur un appareil spécialement construit par l'auteur. C'est une te voûte biaise à claveaux indépendants posés sur des piédroits que peut abaisser par tranches. Si l'on abaisse successivement à la lie centrale de la voûte des tranches opposées et situées dans des s parallèles aux têtes, le milieu de l'appareil s'écroule et laisse aux

(*) 4e Session. — Nantes, page 136.

extrémités deux arches biaises dont les arrachements présentent une direction générale sensiblement parallèle aux têtes (fig. 39). De cette expérience plusieurs fois renouvelée dans les mêmes conditions, M. de la Gournerie conclut que « la pression est parallèle au parement des têtes, au moins près de chacune d'elles. »

Si l'expérience n'aboutissait qu'à certifier qu'au voisinage d'une tête de voûte biaise, les pressions s'effectuent dans une direction parallèle ou sensiblement parallèle au biais, elle n'aurait pas de portée. Car, pour qu'une pression se transmette dans un ouvrage il faut un intermédiaire, il faut de la matière. Or, entre les piédroits près des têtes il n'y a de matière que sur un chemin biais. Les pressions cheminent donc en cette localité *précise* parallèlement aux têtes. C'est évident *à priori*. Et s'il n'en était pas ainsi, si les directions des pressions ne suivaient pas le biais et n'y étaient pas ramenées par l'enchevêtrement des matériaux, elles sortiraient de l'ouvrage et il y aurait renversement. On doit supposer que l'expérience de M. de la Gournerie ne vise pas la démonstration d'une évidence. Mais alors la conclusion précitée ne semble-t-elle pas dégager comme quasi démontrée par l'expérience, le parallélisme aux têtes des pressions dans la partie centrale d'une voûte biaise ? C'est l'impression que j'ai tirée de la lecture de la note de mon honorable collègue. Je voudrais plaider contre cette conclusion que je crois erronée, et, surtout, contre le mode expérimental employé, que je considère comme contradictoire aux idées fondamentales de la stabilité dans les constructions. Je m'explique.

L'expérience de M. de la Gournerie est basée sur l'observation suivante : « Quand on ruine les fondations d'un mur vertical sur une » longueur de quelques mètres, on obtient une brèche qui s'étend verti» calement de bas en haut, c'est-à-dire *dans le sens opposé à la pression,* » et qui forme une voûte si le mur a une hauteur suffisante. L'ouver» ture ne pourrait s'étendre suivant une direction inclinée qu'acciden» tellement et par suite de dispositions particulières à l'appareil. » Lorsqu'une maçonnerie n'est soumise qu'à des forces de compression, » on *peut ainsi reconnaître la direction de la poussée* d'après le sens » dans lequel les brèches suffisamment étendues se développent. — J'ai » appliqué cette idée très-simple à un modèle d'arche biaise... » (*) et M. de la Gournerie continue en décrivant l'appareil dont il s'est servi pour déterminer la direction des pressions dans une voûte biaise.

Je ne crois pas qu'il soit possible d'accorder à l'expérience du mur vertical la portée que lui assigne l'auteur. Il est certain que lorsque

(*) J'ai souligné dans cette citation extraite de la note de l'auteur les assertions que je contredis.

vous sapez par la base une semblable construction, les matériaux qui ne rencontrent plus aucunes réactions opposées aux poids qui les sollicitent verticalement, vont chuter verticalement. Mais cette verticalité *dans le mouvement* n'a aucune corrélation et peut n'avoir aucune similitude avec la direction des forces d'attaque et des résistances des matériaux dans l'intérieur du mur, quand il était maintenu à l'état d'appareil fixe par les réactions effectives de la sous-construction. Voici un mur vertical construit d'un appareil régulier (fig. 38). Mais il s'est trouvé dans les fondations deux localités A et B fournissant des réactions plus immédiates que les autres. Je suppose le mur très-chargé. Une fois l'œuvre achevée, les matériaux de fondation compris entre A et B, et au delà, ont un peu plus cédé que A et B, ainsi que cela se voit par les joints dont j'ai marqué le desserrement. Ils ont alors été soulagés de toutes les pressions qui ont été chercher des réactions effectives sur les points résistants A et B. Dans cet état, qui a constitué l'assiette définitive d mur, les pressions et les réactions ont des directions déviées dont j'ai indiqué l'allure en pointillé. Cependant, si vous tranchez horizontalement ce mur à sa base, il s'écroulera suivant la loi de la pesanteur, c'est-à-dire verticalement. Vous croirez-vous autorisé à dire que la direction de la chute indiquera la direction des résistances effectives des matériaux dans l'œuvre ? — Evidemment non.

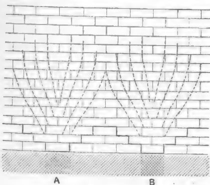


Fig. 38.

Mais le cas particulier et très-réel que je viens de signaler donne une idée exacte des déviations plus ou moins accentuées que subissent lans tous les murs les directions de résistances théoriques. Les matériaux qu'on y emploie ne sont réellement pas homogènes dans leurs lensités et surtout dans leurs résistances. Et, par conséquent, que l'on onsidère le corps de l'ouvrage ou ses fondations, les charges ne sont ulle part réparties avec une régularité absolue, et les résistances sont oin d'être égales partout. De plus, les joints sont plus ou moins serrés t plus ou moins bien matelassés. Pour répondre à tant d'incertitudes, expérience a appris qu'un mur construit n'est pas un mur achevé et u'on ne saurait lui reconnaître ce caractère que lorsqu'il aura accompli n tassement. Qu'est-ce que ce tassement, sinon une défiguration, un

arrangement de seconde main, qui se fera entre les matériaux et pendant lequel les joints lâches auront cédé, les matériaux faibles auront fléchi et les matériaux résistants et fixes auront pris la charge trop lourde des voisins? Et comment concevoir le travail des résistances mécaniques, qui seront efficaces désormais, si l'on n'entrevoit les *déviations* infiniment nombreuses des charges verticales distribuées en tous sens à la rencontre des points de résistances dominantes? Et, Messieurs, n'est-ce pas contre ces incertitudes incommensurables que nous nous prémunissons lorsque nous introduisons dans nos prévisions tous les coefficients de sécurité, supputés ou non supputés, dont nous faisons usage? — Je conclus sur ce premier point et je dis, contrairement à M. de la Gournerie, que *saper un mur par la base et constater qu'il se ruine par chute verticale, ce n'est jamais montrer ni démontrer que les pressions qui s'y exerçaient pendant qu'il était debout, procédaient dans des directions verticales*. Cela revient à nier la proposition fondamentale du travail de M. de la Gournerie.

Voyons, néanmoins, comment s'est conduite la ruine de la voûte biaise, dont on vous a fait connaître l'état définitif. Afin de fixer la considération qui peut rattacher ici l'expérimentation de cette voûte à celle du mur dont il vient d'être question, j'envisagerai l'appareil de la voûte comme un mur courbé sur lui-même, et prenant assiette, non sur une fondation, mais sur deux naissances. — J'observerai qu'ici les efforts d'attaques ou de résistances qui vont entrer en jeu comprendront, d'une part, des pressions transversales au mur courbé, telles que les poids morts et les charges accidentelles; d'autre part, les doubles réactions verticales des naissances. On voit combien les données se compliquent, combien vont se multiplier les déviations des lignes de résistance, à quels enchevêtrements elles pourront donner lieu, et comment le problème de la direction des pressions deviendra réfractaire à une détermination expérimentale concordante avec tous les faits, chaque cas particulier en réclamant une spéciale.

Je place ici la figure 39 montrant le résultat de l'expérience de M. de la Gournerie. Je la calque dans son mémoire. C'est le plan déroulé de la voûte après la ruine de la partie centrale.

Pour obtenir cette ruine, on a d'abord supprimé les réactions 6, 7, 8, 9, sur les deux piédroits, en abaissant les supports isolés qui les produisent. Les triangles ABC, $A_1B_1C_1$ sont tombés, ce qui est bien naturel. Puis on a abaissé les supports 5 et 10 de chaque côté. Les brèches DEFG, $D_1E_1F_1G_1$ se sont produites; c'était inévitable. Enfin on a abaissé le support 4 de la première culée et les supports 11 et 12 de la deuxième culée. Toute la partie indiquée en blanc dans la figure s'est effondrée. — Qu'est-ce que cela prouve?

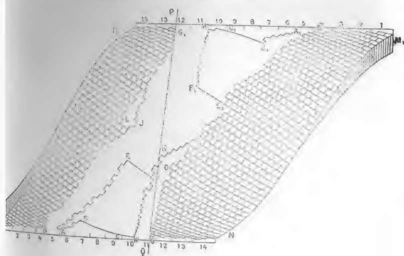


Fig. 39.

M. de la Gournerie laisse croire que cette large tranchée produite par soustraction des supports donne, dans son parallélisme général aux plans des têtes, l'indication que les pressions utiles dans l'ouvrage s'exerçaient parallèlement aux têtes. — Pour moi, je ne discerne rien de semblable dans le résultat obtenu. Mais j'observe sans étonnement un fait digne de remarque : *la tranchée s'est produite juste au moment où le plus minime anneau de voûte normal aux piédroits perdait la place d'un logement pourvu d'appuis ; juste au moment où tous les points utilisables par les pressions normales étaient rompues.* C'est ce que fait voir la ligne PQ que j'ai tracée sur la figure. Si, d'un fait unique il était sage de con-clure à la généralité, je reconnaîtrais ici la confirmation expérimentale l'une vue théorique, contraire à celle de M. de la Gournerie. J'y rais que dans la partie centrale d'une voûte biaise qu'on malmène, int qu'il reste des matériaux assis sur le trajet des pressions normales ux piédroits, l'interruption longitudinale de l'œuvre ne se produit pas. en dégagerais un argument indirect mais précieux au crédit de la ten-ance et de la persistance à la normalité des réactions efficaces dévelop-ées dans le corps des voûtes biaises.

Je terminerai cette analyse par quatre propositions ou observations, ie me suggère le travail de mon honorable collègue.

1° Quand un ouvrage maçonné quelconque s'est assis en stabilité, — une part, tous les matériaux y développent des résistances capables de ntenir les efforts qui les attaquent à leur phériphérie ; d'autre part, — s efforts s'équilibrent entre eux. Cela ne veut pas dire que la lutte

des actions et des réactions soit également intense en tous les points : La mise en assiette a déterminé dans l'ouvrage des lignes de travail maximum, qui cheminent par les points les plus résistants et les contacts les plus intimes des matériaux. Ces cheminements ne sont pas déterminables dans les applications, attendu qu'ils sont la conséquence, non-seulement de la figure et de la charge des ouvrages, mais aussi de la constitution des matériaux et du soin apporté dans l'exécution des appareils, choses infiniment variables. Toutefois, on peut se rendre compte des tendances fondamentales auxquelles ces cheminements sont soumis.

2° Dans une construction maçonnée au-dessus d'un vide, voûte droite ou voûte biaise, les tassements qui ont suivi l'achèvement de l'appareil et qui en ont déterminé l'assiette, comportent toujours certaines défigurations de l'ouvrage ; et ces défigurations sont toujours des minimums. C'est-à-dire que *les matériaux font le voyage minimum pour se caler et s'établir en position fixe.* En conséquence, dans une voûte droite ou biaise, les lignes de maximum de fatigue tendent toujours à se placer sur le chemin le plus court entre les bases réputées invariables, soit dans les plans *normaux aux piédroits.* C'est la loi (*). Quand cette direction n'est pas suivie, c'est qu'il se rencontre sur le trajet, des insuffisances de matière ou de résistance qui la rompent. C'est notamment ce qui se passe au voisinage des têtes biaises.

3° Dans un ouvrage maçonné quelconque, aussitôt qu'on supprime une quelconque des forces qui le contraignent extérieurement, l'économie des cheminements des pressions se transforme instantanément et le phénomène qu'on produit est incapable de révéler directement le moindre trait caractéristique du travail intérieur qui maintenait la stabilité. C'est exactement la condition dans laquelle M. de la Gournerie a placé sa voûte.

4° Je crois que l'appareil ingénieux et très-soigneusement établi de M. de la Gournerie restera muet devant les questions qui lui ont été posées jusqu'à présent. Mais il me semble qu'il prendrait de l'éloquence si on l'interrogeait sur la tenue ou la permanence de la ligne PQ, qui a été tracée sur la figure. On pourrait peut-être aussi entreprendre une série d'expériences en vue de déterminer dans quel ordre relatif il faudrait abaisser les piédroits des deux côtés pour obtenir *la ruine la plus prompte de la voûte.* Au lieu de s'en tenir à l'abaissement exclusif des supports situés parallèlement aux têtes, il faudrait encore procéder par voie d'abaissement dans des plans normaux aux piédroits. Mais dans les deux cas, on devrait mesurer l'abaissement correspondant à la chute.

(*) L'étude des constructions malades qui combattent si longtemps et qui franchissent de si nombreuses étapes dans la ruine avant de chuter, généralisent tout à fait cette loi.

La disposition qui conduirait à la chute avec le minimum d'abaissement des supports serait vraisemblablement celle qui attaquerait le cheminement des pressions les plus efficaces. On éclairerait ainsi la question par voie indirecte.

DISCUSSION

M. Durand-Claye est d'accord avec M. Trélat sur les conclusions à tirer de l'expérience en question ; mais il pense que, théoriquement, si l'on considère une voûte biaise comme composée d'un nombre infini d'anneaux infiniment petits, parallèles aux têtes, les pressions doivent se répartir suivant des plans parallèles à ces anneaux, ce qui conduit au tracé bien connu des joints suivant des cylindres normaux aux têtes et ayant pour bases des trajectoires orthogonales des sections de l'intrados parallèles aux plans de tête.

M. Trélat.— La considération théorique présentée par M. Durand-Claye est parfaitement exacte. Mais, en pratique, des anneaux indépendants juxtaposés ne restent pas indépendants. Ils se déversent, s'appuient les uns sur les autres, frottent entre eux et deviennent solidaires. D'ailleurs, je n'ai eu à traiter que des voûtes à appareils enchevêtrés, puisque le modèle de M. de la Gournerie est tel.

M. CAMÉRÉ

Ingénieur des ponts et chaussées à Vernon.

NOTE SUR LE NOUVEAU TYPE DE BARRAGE MOBILE QUI VA ÊTRE EXÉCUTÉ SUR LA SEINE A POSES.

— *Séance du 28 août 1878.* —

Par une loi en date du 6 avril dernier, l'amélioration de la navigation de la Seine entre Paris et Rouen, avec tirant d'eau de 3m, a été déclarée d'utilité publique.

Or, ce tirant d'eau ne pouvant être obtenu sans multiplier outre mesure le nombre des biefs avec des barrages présentant moins de quatre mètres de retenue, hauteur à laquelle on arriverait difficilement avec les types connus, l'obligation d'en créer un nouveau s'imposait par là même aux ingénieurs de la basse Seine.

Après des études basées sur des essais en grand, dans le détail desquels il serait trop long d'entrer ici, nous avons été assez heureux pour arriver à l'établissement d'un nouveau type de barrage donnant une solution suffisamment pratique des problèmes à résoudre, pour que,

par décision de M. le Ministre des Travaux publics (*), l'application avec retenue de 5m de hauteur, en ait été autorisée sur la Seine, près du village de Poses.

Ce barrage présente les caratères distinctifs suivants :

1° Emploi de ponts fixes, placés transversalement et à un niveau convenable au-dessus de la rivière, pour servir de point d'appui concurremment avec le radier, aux engins du barrage proprement dit, et faciliter la manœuvre de ces engins et leur emmagasinement au-dessus des eaux pendant l'ouverture des barrages ;

2° Emploi d'un système particulier de vannage pour la fermeture du barrage.

L'idée d'avoir recours à des ponts fixes pour appuyer et manœuvrer les barrages est certes fort ancienne, puisqu'elle se trouve réalisée au pont de Meuse, construit par Vauban à Sedan vers 1680.

En remontant moins loin dans le passé, nous pouvons encore citer les anciens pertuis de l'Yonne, exécutés à la fin du siècle dernier et au commencement de celui-ci ; puis le barrage de Belombre, sur la même rivière, ouvrage qui date de 1836.

Cette même idée avait également séduit M. Frimot, un des premiers ingénieurs qui se soient occupés d'améliorer la Seine, car dans un mémoire en date de 1827, relatif à l'établissement d'une navigation à grand tirant d'eau entre Paris et Rouen, cet ingénieur préconise précisément l'emploi d'un système de barrage de ce genre.

Nous pourrions encore citer beaucoup d'autres exemples de l'application de cette idée, soit à des ouvrages existants, soit à des projets ; mais les précédents suffisent pour montrer que depuis longtemps les recherches des ingénieurs ont été tournées de ce côté, et nous terminerons cet historique rapide en rappelant un projet dressé par M. Tavernier lorsqu'il était ingénieur en chef de la navigation du Rhône et que nous ne saurions passer sous silence, attendu que nos études sur l'emploi de ponts métalliques dans la construction des barrages mobiles, commencées bien avant d'avoir eu connaissance de ce projet, nous ont conduit à adopter en fin de compte quelques dispositions semblables à celles admises par cet ingénieur.

La disposition absolument caractéristique du nouveau type de barrage, dont l'application va avoir lieu à Poses, consistant surtout dans son mode de vannage, nous allons commencer par la description de ce système de fermeture, en vue de l'application duquel ont, du reste, été spécialement étudiées toutes les autres parties de ce type.

(*) Le projet du barrage de Poses a été dressé par M. Caméré, comme ingénieur ordinaire présenté par M. l'Ingénieur en chef de Lagrené, et approuvé par décision ministérielle du 3 juillet 1878.

Supposons que, sur des montants verticaux ou légèrement inclinés, disposés au-dessus d'un radier de barrage, on vienne, en partant de ce radier et en s'arrêtant au niveau de la retenue, disposer horizontalement une série de lames en bois ou en métal de faible hauteur, dont les abouts reposent sur des feuillures ménagées sur ces montants.

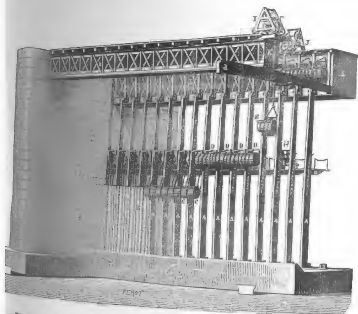


Fig. 40. — A. Montants; B. Rideaux déroulés; C. Rideaux enroulés; D. Rideaux enroulés à la hauteur du pont de service; E. Rideaux enlevés avec le chassis roulant; e. Châssis roulant; F. Rideau et châssis roulant accrochés à la passerelle d'aval; G. Passerelle articulée pour la manœuvre des rideaux; H. Chariot roulant pour la manœuvre des rideaux; I. Chariot-treuil pour le relevage des montants; J. Chariot-treuil pour le relevage des châssis et des rideaux; K. Passerelle d'amont; L. Passerelle d'aval; M. Pile.

upposons de plus que, sur la face amont de ce vannage, on vienne er toutes ces lames par des articulations, et que la lame supérieure du au articulé ainsi constitué, soit suspendue à deux chaînes prenant leur t d'attache sur une traverse horizontale reliant les montants au-us de la retenue.

pposons enfin, qu'à la lame inférieure de ce rideau, lame à section ngulaire, on en fixe une à section arrondie, autour de laquelle passe chaîne sans fin, dont les deux brins s'élevant, l'un à l'amont l'autre val du rideau, viennent s'engager sur les roues à empreintes d'un l de construction particulière, placé sur un pont de service dépen- des montants.

Si, le rideau se trouvant ainsi disposé, ce qui correspond à la retenue fermée, on vient à manœuvrer le treuil, de manière à raccourcir la portion de chaîne qui se trouve à l'amont du rideau, le rouleau inférieur remonte en prenant un mouvement de rotation et provoque l'enroulement autour de lui de tout ou partie du rideau, en démasquant une plus ou moins grande portion de la travée considérée.

La manœuvre inverse produit, par contre, le développement du rideau et la fermeture plus ou moins complète de la travée.

Les principes sur lesquels reposent la construction et la manœuvre du vannage en question se trouvant ainsi établis, nous passons maintenant à la description de la structure du barrage proprement dit.

Sur un radier à surface pour ainsi dire unie, et qui règne sur toute la largeur de la rivière, s'élèvent des piles et des culées qui partagent le débouché du barrage en un certain nombre de passes.

Sur ces piles et culées, et à une hauteur convenable, est jetée une poutre en treillis, à laquelle se trouvent suspendus, sur la face amont, des montants également espacés, venant s'appuyer par leur extrémité inférieure sur une série de bornes encastrées dans le radier.

Ces montants portent, à 1 mètre au-dessus du niveau de la retenue projetée, des éléments de plancher, dont l'ensemble constitue un pont de service continu, tout le long du barrage.

C'est sur ce pont de service que circulent les treuils destinés à la manœuvre des rideaux, lesquels viennent former vannage entre les montants, en prenant sur eux leur point d'appui.

Telles sont les dispositions essentielles au point de vue de la fermeture du barrage et de sa manœuvre pendant les eaux ordinaires; quant aux dispositions prévues pour la période des crues et des eaux navigables par les passes du barrage, voici en quoi elles consistent :

Entre chaque montant et au niveau de la passerelle, se trouvent disposés des cadres verticaux, portant de chaque côté des galets engagés dans des coulisses ménagées sur les faces latérales des montants entre leurs extrémités supérieures et le pont de service.

Sur ces cadres, sont disposées des poulies de renvoi pour les chaînes de manœuvre des rideaux, des arrêts pour ces chaînes, une caisse en tôle pour les recevoir, enfin des logements pour les rideaux, une fois leur relèvement complétement opéré.

Dans ces conditions, on comprend facilement que tout le matériel relatif à la fermeture d'une travée, au moment où la rivière doit être rendue à elle-même, se trouvant réuni sur ce cadre, il suffit, pour se débarrasser de ce matériel, de hisser ledit cadre entre les montants qui lui servent de guides, jusque sur la face amont de la poutre en treillis,

où, dûment accroché, il se trouve tout naturellement emmagasiné pendant l'ouverture du barrage.

Quant aux montants, voici de quelle manière est assuré leur enlèvement, au moment voulu :

Chacun d'eux n'est fixé à la poutre à laquelle il est suspendu, que par un axe reposant sur un palier double boulonné à cette poutre, ce qui permet à ces montants de tourner autour de leur axe de suspension et de prendre une position horizontale au-dessus de la rivière, parallèlement au cours de cette dernière, et au niveau de la poutre en treillis.

Pour faire exécuter ce mouvement aux montants, on a recours à l'emploi d'une seconde passerelle, placée en amont de celle destinée à la suspension proprement dite des montants et sur laquelle peuvent circuler des treuils destinés à agir sur des chaînes, qu'au moment de la manœuvre on accroche aux chaînettes fixées sur les faces latérales des montants, à peu près vers leur centre de gravité.

Cette seconde passerelle, sous laquelle les montants viennent se ranger après leur relèvement, porte en outre des crochets de sûreté qui assurent le maintien de ces montants dans la position horizontale qu'ils doivent occuper.

Pour ce qui concerne la fermeture du barrage, les opérations que nous venons de décrire doivent être exécutées dans un ordre inverse, et par conséquent comme suit :

1° Abaissement des montants ;

2° Descente des châssis porte-rideau au niveau du pont de service ;

3° Déroulement des rideaux suivant les besoins de la retenue.

Comme complément de cette description d'ensemble, voici les principales dimensions du barrage de Poses :

La largeur totale du barrage est de 243^{m},76, se répartissant en sept passes de 30^{m},16 de largeur, séparées par des piles de 4 mètres d'épaisseur.

Les deux passes de la rive gauche sont destinées à la navigation et forment les passes profondes navigables ; les cinq autres se partagent en deux groupes, l'un formé de deux passes adjacentes à la rive droite et qui sont des passes profondes, et l'autre formé de deux passes surélevées placées par là même au centre du barrage et destinées à remplir office de déversoir régulateur.

Toutes les passes profondes ont leur seuil arrasé à 5 mètres au-dessous du niveau de la retenue, ce qui correspond à un vannage de 5 mètres ; quant à la chute effective, elle est de 4 mètres de hauteur.

Pour les passes du déversoir, le seuil se trouve placé seulement à mètres au-dessous de la retenue.

Vu la nécessité de laisser à la navigation une hauteur libre de $5^m,25$ au-dessus des hautes eaux navigables, au droit des passes profondes navigables, le dessous des passerelles métalliques de ces passes a été placé à $5^m,75$ au-dessus du niveau de la retenue, tandis que pour les autres, ces passerelles ont été seulement établies de manière à les mettre à l'abri des eaux d'inondation, et de façon à ce que leur plate-forme supérieure corresponde à la plate-forme inférieure des passerelles des passes profondes navigables, ce qui permet de circuler dans toute la longueur du barrage d'une rive à l'autre sans ascension ni descente. De plus, et afin de rendre la circulation plus facile dans les deux groupes de passes, les plate-formes supérieures des passerelles, tant d'amont que d'aval, et le dessus des piles et culées sont arrasés au même niveau.

Les passerelles d'amont ont, comme dimensions, $1^m,50$ de largeur d'axe en axe des poutres verticales, et $1,^m64$ de hauteur totale.

Les passerelles d'aval ont $2^m,34$ de largeur d'axe en axe des poutres verticales et $2^m,64$ de hauteur totale.

L'espace libre conservé entre les passerelles d'amont et d'aval est de $8^m,16$.

Pour les passes profondes navigables, la longueur des montants mobiles est de $11^m,93$.

Pour les passes profondes non navigables, cette longueur est de 8^m89; enfin pour les passes de déversoir, elle est de $6^m,89$.

L'espacement de ces montants d'axe en axe est pour toutes les travées de $1^m,16$.

Les largeurs adoptées pour le radier sont pour les passes profondes, quelles qu'elles soient, de 18 mètres, et pour le déversoir de 11 mètres.

Par suite de l'importance de la retenue à constituer, il a paru sage de le faire reposer sur le sol solide, et non affouillable, ce qui a conduit à donner à ce radier une épaisseur de $10^m,45$ au droit de la passe de déversoir et de $8^m,45$ au droit de celles des passes profondes.

Les radiers sont formés par des massifs de béton coulés sous l'eau et recouverts à la partie supérieure par un parement établi en maçonnerie de moellons et de pierre de taille.

A ce propos, nous signalerons tout particulièrement le mode de fondation qui sera suivi pour ces radiers et qui consiste à remplacer les enceintes en bois et palplanches, qui occasionnent tant de déconvenues, par des enceintes en blocs de maçonnerie de grandes dimensions, échoués dans l'emplacement du barrage au fur et à mesure de l'exécution des dragages.

Les dispositions du nouveau type de barrage dont nous nous occupons, se trouvant ainsi établies, il nous reste à en faire ressortir les avantages; c'est ce que nous allons faire brièvement.

Avec le système de structure de barrage et de vannage adopté pour le barrage projeté de Poses, la hauteur des retenues n'a plus qu'une influence secondaire, et il faudrait certainement atteindre des limites non susceptibles d'être rencontrées en pratique, pour arriver à des impossibilités de construction ou de manœuvre.

A cet avantage important, ce système joint les suivants :

1° Possibilité de placer les ponts de service assez au-dessus de la retenue pour se mettre à l'abri de toute surprise ;

2° Sécurité complète de manœuvre pour les hommes, même de nuit, en employant quelques fanaux pour éclairer les abords des treuils ;

3° Déversement possible des eaux tout le long du barrage, ce qui permet d'éviter les manœuvres incessantes réclamées par les aiguilles et met le barrage à l'abri d'uue crue subite ;

4° Etanchéité pour ainsi dire absolue du vannage ;

5° Facilité de surveillance et de réparation des engins mobiles, par suite de leur relèvement au-dessus des eaux pendant l'ouverture des barrages ;

6° Suppression du transport du magasin au barrage et *vice versa* de tout le matériel des vannages et des ponts de service, sauf la nécessité de réparation ;

7° Possibilité d'attaquer la manœuvre du barrage en un point quelconque, ce qui, en cas d'avarie survenue à un montant mobile, par exemple, n'empêche pas de continuer, soit l'ouverture, soit la fermeture, pendant que l'on s'occupe de faire disparaître l'obstacle rencontré ; et possibilité d'augmenter au besoin la rapidité de manœuvre dans une large proportion ;

8° Simplification considérable dans la construction des radiers ;

9° Possibilité d'employer des ouvriers quelconques pour les manœuvres, celles-ci ne consistant qu'en accrochage de chaînes et mise en mouvement de treuils.

Pour terminer, nous ajouterons que depuis que nous avons dressé ce projet de barrage, nos études et de nouveaux essais nous ont conduit à trouver quelques dispositions peut-être préférables à celles que nous venons de passer en revue, notamment en ce qui concerne la largeur à donner aux rideaux articulés et à leur emmagasinement pendant l'ouverture du barrage, dispositions qui seront de nature à apporter certaines simplifications et facilités dans les manœuvres.

M. le Capitaine DOUGLAS GALTON

Membre de la Société Royale, à Londres.

EXPÉRIENCES SUR LE FROTTEMENT ENTRE LES SABOTS DES FREINS ET LES ROUES DES VOITURES DE CHEMIN DE FER MARCHANT A DIVERSES VITESSES. (POUR MONTRER LA CORRESPONDANCE ENTRE LE COEFFICIENT DE FROTTEMENT ET LA VITESSE DES SURFACES.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

Ce mémoire est un compte rendu d'expériences faites en vue de déterminer le coefficient de la friction qu'exercent les sabots des freins de chemin de fer sur les roues, ainsi que de celle que les roues déterminent sur les rails quand le mouvement de rotation de ces derniers est entièrement calé. Les moyens de faire ces expériences ont été fournis à l'auteur par M. Knight, de la Direction du Chemin de fer de London à Brighton, et par leur *Locomotive Superintendent* M. Stroudley, qui a mis à sa disposition un fourgon spécial et toutes autres facilités. Sa reconnaissance est due aussi à M. Westinghouse, qui a inventé et construit les enregistreurs automatiques, et qui a assisté aux expériences.

Ces expériences ont été faites sur le Chemin de fer de Brighton au moyen du fourgon construit expressément pour cet usage; ce fourgon fut attaché à une locomotive et remorqué à une vitesse à peu de chose près uniforme pour chacune des expériences pendant lesquelles les différentes forces furent mesurées au moyen de dynamomètres enregistreurs. Ces dynamomètres, dont la disposition est due à M. Westinghouse, ont pour principe de faire agir l'effort qu'il s'agit de mesurer sur un piston ajusté dans un cylindre plein d'eau; la pression éprouvée par l'eau est mesurée au moyen d'un indicateur Richards relié au cylindre au moyen d'un tube; de cette façon le tambour en tournant nous donne un diagramme de la force qui agit sur le piston.

Il est inutile de faire ressortir les avantages de cette méthode, l'indicateur pouvant être placé à tout endroit convenable et l'inertie de l'eau tendant à faire conserver au crayon une position correspondant à l'effort moyen.

La figure 4, pl. IV, représente le piston et la partie qui constitue le cylindre, qu'on pourrait décrire mieux en disant que c'est un anneau fixé au bord d'un récipient de forme cylindrique. A est la tige au moyen de laquelle l'effort à mesurer est transmis au piston B B. Ce piston

consiste principalement en un disque en fonte, ayant une cavité centrale dans laquelle le bout arrondi de la tige A vient poser, et en une partie centrale saillante de l'autre côté (B), qui fait office de guide. L'anneau, qui prend la place du cylindre, a la même épaisseur que le piston et se trouve indiqué en C, et c'est dans le centre de cet anneau que le piston s'ajoute. Ajoutons que cet anneau est vissé sur le bord d'un récipient cylindrique D, sur lequel l'anneau et le piston forment un couvercle. Le piston est ajusté de façon à glisser facilement à frottement doux ; il est rendu étanche par l'apposition vers sa face inférieure d'un disque de caoutchouc, qui est attaché au centre du piston par un collier en cuivre, tandis que ses bords sont pincés entre l'anneau et les bords de la boite cylindrique D. On obtient ainsi un piston parfaitement étanche, susceptible de se mouvoir avec de très-faibles frottements, et comme nous démontrerons par la suite que son mouvement est très-minime, l'effet nuisible que le caoutchouc pourrait exercer sur ses bords peut être négligé. C'est de cette façon donc que l'indicateur enregistrera les efforts exercés sur le piston par la pression de l'eau. F, est la douille dans laquelle est vissé le tube allant à l'indicateur. Nous ne nous occuperons pas pour le moment de la valve E, dont nous expliquerons l'usage par la suite.

Supposons maintenant que l'appareil entier soit rempli d'eau, et qu'un effort soit exercé sur le piston par la tige A ; une partie de l'eau sera chassée du récipient D, par l'ouverture F, dans le cylindre de l'indicateur, et comme la surface du piston indicateur est d'un demi-pouce carré, et sa course extrême de 0.8 de pouce, il s'ensuit que la quantité d'eau nécessaire pour produire le mouvement maximum du crayon est de 0.4 de pouce cube ; d'autre part, la surface du piston B étant de 30 pouces carrés, sa course sera seulement de 0.013 ou 1/75 de pouce, et c'est là un mouvement si faible que le caoutchouc ne peut pas produire d'erreur appréciable.

Maintenant, si le piston indicateur n'a pas de fuite, et en supposant qu'il fût possible de mettre dans l'appareil la quantité exacte d'eau rigoureusement nécessaire, il ne faudrait rien faire de plus pour obtenir de l'instrument un travail satisfaisant ; mais comme ce sont là des conditions qu'il est évidemment impossible de remplir, il est nécessaire de compléter l'appareil par la valve E. Un petit tube, partant d'un accumulateur (H dans la figure 1, pl. IV), chargé d'une pression supérieure à celle qui pourra jamais exister dans le récipient D, est vissé dans la douille G ; cet excédant de pression sur la paroi extérieure tend à fermer la valve E : il y a de plus un ressort qui maintient cette valve contre son siége. Ce siége est en caoutchouc et est parfaitement étanche. La tige de cette soupape s'élève de façon à toucher presque le collet

sur la face inférieure du piston. Supposons que l'appareil soit entièrement rempli d'eau, lorsque aucun effort n'est exercé sur le piston; maintenant appliquons une force, et tout aussitôt le piston descendra et enverra une certaine quantité d'eau dans l'indicateur, le crayon s'élèvera et en même temps la valve E s'ouvrira; et comme la pression dans l'accumulateur dépasse celle du réservoir D, l'eau pénétrera et continuera à pénétrer jusqu'à ce que le piston remonte et cesse d'ouvrir la valve.

Si maintenant l'effort exercé sur le piston vient à cesser, le ressort de l'indicateur forcera une quantité d'eau moindre que 0.4 de pouce cube à rentrer dans le récipient D, le piston s'élèvera de moins de 1/75 de pouce et par suite le piston B B peut se mouvoir seulement de 1/75 de pouce au-dessus de la position dans laquelle il touchait la valve E. Supposons encore qu'une force moindre soit appliquée sur le piston, celui-ci ne descendra pas aussi bas et n'ouvrira pas la valve à moins qu'il se soit produit une fuite assez importante pour permettre au piston de descendre jusqu'à sa première position; c'est ainsi que la soupape E conserve toujours dans l'appareil la quantité d'eau exactement nécessaire pour que celui-ci travaille convenablement, en permettant, lorsque cela est nécessaire, l'entrée d'une quantité d'eau suffisante pour parer aux fuites qui se produiraient.

Le fourgon à frein spécial fut construit par la compagnie du Chemin de fer de London à Brighton, et muni d'un frein automatique Westinghouse, avec quatre dynamomètres semblables à celui déjà décrit. Les n^{os} 1 et 2 de ces dynamomètres mesurent la force retardatrice que la friction des sabots exerce sur les roues; le n° 3 indique la force avec laquelle les sabots pressent contre les roues; le n° 4 montre l'effort nécessaire pour traîner le fourgon. Par la disposition des leviers pour l'application des freins on obtient une pression égale sur les deux côtés de chaque roue et on facilite l'application des dynamomètres. Les fig. 1 et 2, pl. IV, en montrent la disposition. A, est le cylindre du frein Westinghouse, dans lequel passe l'air comprimé du réservoir B, lors de l'application des freins; cet air comprimé écarte les pistons, dont les tiges appliquent les sabots contre les roues par l'intermédiaire des leviers des freins. On peut voir sur la planche que la pression doit être égale sur chaque côté de chacune des roues, et que la pression exercée sur le dynamomètre n° 3 doit être égale à l'effort sur la tige C, et par conséquent proportionnelle à la pression sur les roues. Le levier D E, pivotant au centre, doit évidemment tendre à tourner avec un moment égal à la force retardatrice produite par la friction des sabots sur les roues; de là il en résulte que les dynamomètres n^{os} 1 et 2 enregistreront les efforts qui sont proportionnels au même moment.

Le frein pourrait être appliqué à toutes les roues du fourgon; mais pendant la plupart des essais il fut seulement mis sur la paire de roues auxquelles les dynamomètres étaient attachés.

Le dynamomètre n° 4 est relié à la barre de traction au moyen d'un levier, et de cette façon il enregistre la force nécessaire pour tirer le fourgon.

Un indicateur enregistreur automatique de vitesse, également dû à M. Westinghouse, indiquait les vitesses. Cet appareil, qui a subi plusieurs épreuves, est le même qui a été employé dans les essais sur le Chemin de fer North British, et sur les Chemins de fer Allemands. Il consiste en un petit dynamomètre construit d'après le principe qui vient d'être expliqué; il mesure la force centrifuge de deux poids qui sont mis en mouvement de rotation au moyen d'une courroie mue par frottement sur l'essieu de la paire de roues auxquelles le frein est appliqué; on se sert ici d'un indicateur comme dans les autres dynamomètres. La force centrifuge variant comme le carré de la vitesse, on détermine la vitesse en prenant la racine carrée des ordonnées en un point quelconque.

Les diagrammes montrent donc la vitesse de la paire de roues auxquelles les freins sont appliqués, et par suite la vitesse du train, au moment où on les applique; et aussi après, à moins qu'il n'y ait eu glissement.

Il y a encore sur ce petit dynamomètre un manomètre Bourdon, dont e cadran est divisé de façon à ce que l'aiguille indique la vitesse en nilles par heure.

Deux des indicateurs de vitesse de M. Stroudley furent placés à côté un de l'autre, dont un était attaché aux roues à freins, et l'autre aux oues sans freins; la différence entre les deux indicateurs démontrait si s roues glissaient.

Un autre dynamomètre de la même construction mesurait le poids de voiture sur chaque paire de roues.

Tous les indicateurs sont placés sur une table au milieu du fourgon, les tambours sont actionnés par des cordons qui s'enroulent sur des ulies disposées sur l'arbre S. Cet arbre S est actionné par un compteur raulique. Ce compteur est formé d'un piston lesté d'un poids, et té dans un cylindre rempli d'eau. L'eau s'échappe au moyen d'un petit trou avec une marche régulière. Ainsi donc les ordonnées des rammes, pris au moyen des indicateurs, montrent les différentes s, et les abscisses donnent la durée de l'expérience

s expériences sont la première partie d'une série d'autres qu'on a ution de faire, dans le but de déterminer: —1° la pression actuelle faut mettre sur les roues d'un train afin de produire un ralen-

tissement proportionnel aux diverses vitesses; 2° la pression qu'exercent en réalité sur les roues les divers systèmes de freins qu'on a employés jusqu'à aujourd'hui ; 3° le temps nécessaire pour mettre en opération, avec chaque système, les freins aux divers endroits du train; 4° en quel temps on peut arrêter complétement, avec chaque système de freins, des trains qui auront tout à fait les mêmes conditions de poids, vitesse, etc.

De ces quatre objets, ce n'est que le premier que les expériences déjà faites nous permettent d'atteindre.

Les dynamomètres ont mesuré et enregistré automatiquement les forces suivantes, c'est-à-dire :

1° La pression appliquée aux sabots pour les serrer contre les bandages des roues;

2° La force retardatrice produite par le frottement entre les sabots et les roues;

3° La force de traction exercée par la locomotive sur le tendeur du fourgon ;

4° Le poids actuel sur les roues au moment de l'expérience ;

5° La vitesse de rotation des roues auxquelles le frein était appliqué;

6° La vitesse de marche de la voiture.

Les indications de ces forces par les dynamomètres étaient tracées sur des diagrammes.

Tant que les roues continuent à tourner avec une rotation égale à celle qui correspond à la marche de la voiture, l'application des sabots exerce un ralentissement sur la marche du train au moyen du frottement entre les sabots et les bandages des roues. Mais quand la pression appliquée aux sabots des freins suffit pour que le frottement entre les sabots et les roues soit plus grand que l'adhésion entre la roue et le rail, alors la pression des sabots arrête le mouvement de la roue, qui devient fixe et glisse sur le rail.

Il est donc évident que les expériences donnent :

1° Le coefficient de friction entre le sabot et le bandage de la roue, ce qui est représenté par *la force de frottement, marquée par le dynamomètre*, divisée par la pression appliquée aux sabots ;

2° Le coefficient de frottement entre le bandage de la roue et le rail qui est représenté par *la force de frottement qui retient les roues en place indiquée par le dynamomètre*, divisée par le poids sur les roues calées.

L'opinion a prévalu que le coefficient de frottement ne varie pas avec la vitesse de mouvement des corps entre lesquels le frottement a lieu, et les expériences de Coulomb, de Morin, de Rennie et de Fleming Jenkin (en 1877) sont à l'appui de cette opinion.

Mais M. Jenkin, dans le mémoire qu'il a adressé à la Société royale e Londres, en 1877, remarque que quand il a trouvé une différence

entre le frottement des corps dans l'état de repos et les corps dans un état de mouvement, le frottement des derniers était toujours moindre que le frottement des corps dans l'état de repos.

Les expériences de Coulomb, de Morin, de Rennie et de Jenkin étaient faites avec les substances immobiles ou animées de très-petites vitesses.

Les résultats que j'ai obtenus sont donnés dans le tableau suivant :

KILOMÈTRE par heure.	MÈTRES par seconde.	COEFFICIENT de frottement			OBSERVATIONS.
		secondes 0.	secondes 5.	s condes 12.	
96	26.6	.062	.034	.048	Sabots en fonte et bandages en acier.
80	22.2	.100	.070	.056	
64	17.7	.134	.100	.060	
48	13.3	.184	.111	.098	
32	8.8	.205	.175	.128	
16	4.4	.320	.200	»	
moins que 8	moins que 2.2	.360	»	»	
80	22.2	.04	»	»	Bandages et rails en acier.
60	16.6	.057	.044	»	
40	11.1	.080	.074	»	
16	4.1	.110	»	»	

MORIN, fer sur fer .44.
RENNIE, fonte-acier .360.

Des résultats de ce tableau il faut conclure que le coefficient du frottement entre les surfaces en mouvement varie en sens inverse avec la vitesse.

De plus, le coefficient de frottement diminue en proportion de la durée de contact anormal des surfaces mouvantes. Cet effet dépend peut être de la chaleur causée par le frottement ou de la poussière résultant de l'usure des surfaces, qui constitue une surface, et forme une *lubréfiante*.

Le calage de la roue a lieu quand l'adhésion entre la roue et le rail est moindre que la force exercée par le frottement des sabots.

L'adhésion déterminée par ces expériences était de 24 à 28 et même 30 pour cent des poids sur les roues.

Les résultats de ces expériences sur l'application des freins pour chemins de fer sont :

1° La pression qu'exercent les freins sur les roues, quand les roues ne glissent pas, ne paraît pas retarder d'une manière appréciable la rotation des roues.

2° Du moment que la vitesse de rotation des roues tombe au-dessous de la vitesse, qui correspond au mouvement du train, les roues commencent à glisser, et deviennent bientôt calées.

3° Le ralentissement qui résulte de l'application des freins quand les roues continuent à rouler, est plus grand que celui qui a lieu quand les roues glissent.

4° La pression qu'il faut employer pour faire glisser les roues est beaucoup plus grande que la pression qui est nécessaire pour les retenir calées.

5° A pression constante, la résistance augmente en raison de la diminution de vitesse.

C'est-à-dire qu'à 80 kilomètres par heure il fallait une pression de près de 13,000 kilogr. pour arrêter le mouvement de rotation des roues, pendant qu'à 30 kilomètres par heure 4,680 kilogr. suffisaient pour produire le même effet.

Il suit de là que pour produire sur les roues d'un train marchant à 80 kilomètres par heure un ralentissement égal à celui qu'on produit sur les roues d'un train marchant à 30 kilomètres par heure, il faut avoir une pression deux fois et demie plus grande à 80 kilomètres, et une pression encore plus grande pour des plus grandes vitesses.

Ces résultats ont un caractère provisoire, parce que toutes ces expériences n'ont pas encore été soumises au calcul.

Mais on peut affirmer que pour les vitesses considérables un frein n'a pas grande valeur s'il n'est pas capable d'appliquer le sabot contre la roue à l'instant avec une très-forte pression, et il devrait être construit de manière à réduire la pression graduellement pendant tout le temps que la vitesse du train diminue, afin d'éviter de faire caler les roues.

M. CHEYSSON

Ingénieur en chef des ponts et chaussées,
Directeur des cartes et plans au ministère des travaux publics.

SOMMAIRE DU RAPPORT SUR LA QUESTION DES INONDATIONS.

(EXTRAIT)

— Séance du 28 août 1878. —

M. Cheysson, ingénieur en chef des ponts et chaussées, secrétaire de la Commission de l'atlas statistique des irrigations, traite la question des irrigations en France et à l'étranger, en se plaçant surtout au point de vue économique et statistique qui rentre dans le cadre de ses études.

Il expose d'abord quelques considérations générales sur la circulation des eaux à la surface du globe, sur le ravinement des terres et sur la proportion des limons charriés par les fleuves. Il montre par des chiffres expressifs l'importance du dommage que subit l'agriculture, en ne retenant pas les limons et en n'utilisant pas les eaux pour l'irrigation. « C'est, dit M. de Gasparin, du pain qui fuit au courant des fleuves, et va se perdre dans les abîmes des mers. »

D'après M. Mangon, c'est par milliers de têtes de gros bétail qu'il faut compter la perte annuelle correspondante au moindre de nos cours d'eau.

L'eau exerce à la fois sur les plantes une action physique et une action chimique. Le plus souvent, on ne lui demande que de rafraîchir les racines et de dissoudre les matières solides du sol, pour les transformer en sucs nourriciers. D'autres fois, l'eau sert en outre de véritable engrais, et donne simultanément aux plantes à boire et à manger. De là, les différences entre les quantités d'eau consommées à l'hectare dans le Nord et dans le Midi.

Après ces généralités, M. Cheysson passe successivement en revue les irrigations en Lombardie, en Espagne, en Algérie, dans les Indes, en Belgique ; il signale les traits remarquables qu'elles présentent, et il insiste notamment sur les canaux d'arrosage, sur les barrages-réservoirs, sur les institutions administratives et judiciaires de ces diverses contrées.

Revenant en France, M. Cheysson constate le peu d'importance relative des irrigations de notre pays. Nous n'irriguons que le 1/20e de nos prairies, et nous n'utilisons que le 1/20e de nos eaux disponibles. Cependant, notre agriculture ne suffit pas à nos besoins, puisque, depuis dix ans, la balance au profit des importations s'élève, en moyenne, à plus de 500 millions par an, pour les laines, les bestiaux et les céréales. La marge est donc considérable pour les améliorations agricoles.

Les submersions hivernales des vignes attaquées par le phylloxera peuvent encore donner une fructueuse application des eaux, dans la saison où elles sont abondantes et peu disputées.

Après avoir indiqué sommairement les principales entreprises d'irrigations qui ont été exécutées dans notre pays, M. Cheysson trouve qu'il n'est pas possible de s'en tenir là.

Le gouvernement comprend l'importance de ces questions. Il vient d'instituer une grande commission d'aménagement des eaux, dont il y a lieu d'attendre les plus heureux résulats. Il a organisé des concours d'irrigation dans les départements des Bouches-du-Rhône, des Pyrénées-Orientales, des Hautes et Basses-Alpes.

La Commission de l'atlas statistique des irrigations, constituée au ministère des travaux publics, dresse l'inventaire de nos richesses hydrauliques, sous forme d'atlas, de cartes départementales au 1/200.000e, de tableaux statistiques et de notices sur les meilleurs types d'irrigations.

De son côté, l'opinion publique s'émeut et paraît revenir à ces opérations agricoles qu'elle avait jusque là méconnues.

M. Cheysson pense donc que le moment est favorable pour leur donner une impulsion, et il trace à grands traits le programme des mesures techn

ques, législatives et financières, qui lui semblent nécessaires ponr obtenir ce résultat.

Au point de vue technique, il indique rapidement diverses entreprises, qui peuvent être actuellement abordées, ou mises à l'étude, pour la transformation de la Crau, de la Camargue, des Landes ; il signale, après M. Nadault de Buffon, l'extension qu'on pourrait donner aux submersions hivernales, soit pour les vignes basses, soit pour les prairies. Il insiste sur l'utilisation des eaux de pluie, qui permettent de fertiliser les vallées sèches à l'aide de travaux de faible importance, et il conclut à une enquête qui pourrait être confiée aux ingénieurs du service hydraulique, et mettrait bientôt en évidence toutes les améliorations agricoles dignes de l'attention des pouvoirs publics.

Au point de vue administratif et législatif, il demande que les syndicats d'irrigation puissent bénéficier des facilités attribuées par la loi du 21 juin 1865 à ceux de dessèchements et de défense contre la mer et les torrents On pourrait aussi étendre aux travaux de colmatage et d'irrigation les dispositions de la loi belge du 27 mars 1847, sur l'amélioration de la Campine, de manière à vaincre les résistances isolées qui entravent ces fécondes opérations, et à prélever sur les propriétaires une partie des plus-values, parfois considérables, dont ils ont le bénéfice sans l'acheter par aucun sacrifice individuel.

Enfin, au point de vue financier, l'Etat pourrait s'inspirer des procédés qu'il a mis en œuvre pour faire surmonter aux travaux des chemins de fer les premières difficultés qui en paralysaient l'essor. Qu'il exécute lui-même les travaux par ses ingénieurs, ou du moins, s'il veut recourir à des Compagnies particulières, qu'il leur vienne en aide, concurremment avec les pouvoirs locaux, en restreignant l'emploi des subventions, dont la pratique a démontré les inconvénients, et en recourant de préférence au système des garanties temporaires d'intérêt, qui rassurent les capitaux, et permettent à l'entreprise de traverser sans péril la crise de ses débuts.

Il ne suffit pas, d'ailleurs, d'avoir pourvu à la construction des grands canaux d'arrosage et des branches principales ; il est encore indispensable d'assurer celle des rigoles secondaires, de distribution et de colature, sous peine de laisser stériles, faute de ce complément, les entreprises destinées à être les plus fécondes.

Quel que soit le mode adopté pour la *Construction*, l'État doit, dans tous les cas, se décharger de l'*Exploitation* sur une Compagnie, qui débattra ses intérêts avec les propriétaires, constitués eux-mêmes en associations syndicales, suivant les principes qui ont prévalu dans les irrigations les plus prospères, et notamment dans les irrigations espagnoles.

Telles sont, sommairement esquissées, les principales mesures qui paraissent à M. Cheysson susceptibles de mettre les capitaux et les ressources du génie civil au service des irrigations, et de contribuer à améliorer rapidement et fructueusement l'utilisation de nos richesses hydrauliques, en partie stérilisées aujourd'hui.

M. HORWATH

De Budapest.

MÉTHODE POUR ÉTUDIER LE RÉGIME DES EAUX DANS LES FLEUVES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. Horvath rend compte d'études expérimentales faites en 1876 sur le cours du Danube, à Pesth.

On a employé des flotteurs et des moulinets.

Les opérations sont centralisées dans le bureau de l'ingénieur, qui renferme les enregistreurs.

Pour les flotteurs, leur passage devant des repères est enregistré par des observateurs placés sur la rive et reliés à la station par un fil.

Le tarage des moulinets a été fait en promenant, en eau tranquille, un petit canot, porteur de ces appareils, au moyen d'une corde tendue, disposée en va-et-vient et animée d'un mouvement uniforme; les moments des passages du canot devant deux repères fixes (lunettes astronomiques) étaient renvoyés aux appareils enregistreurs, ainsi que le nombre de tours du moulinet, à raison d'un contact par tour. Pour les très-grandes vitesses, le moulinet et les enregistreurs étaient portés par un bateau à vapeur.

Le même moulinet à contact électrique a servi à jauger les vitesses aux divers points d'un profil en travers.

On est ainsi arrivé aux résultats suivants :

La vitesse est une fonction linéaire du nombre de tours par seconde du moulinet, en dehors des très-petites vitesses qui exigent des instruments spéciaux.

La vitesse, en un point donné, subit des oscillations périodiques.

La loi qui lie la vitesse à la profondeur sur une même verticale est représentée par une parabole, dont l'axe se confond avec le niveau de l'eau, et le paramètre varie d'une verticale à l'autre; cette loi ne s'applique que jusqu'à mètres de profondeur.

M. STŒCKLIN

Ingénieur en chef des ponts et chaussées, à Boulogne-sur-Mer.

CRÉATION D'UN PORT EN EAU PROFONDE A BOULOGNE.

— *Séance du 28 août 1878.* —

Peu de ports ont donné lieu à des projets d'amélioration aussi nombreux et aussi variés que le port de Boulogne. Il y avait là, en effet, un double but à atteindre : permettre d'établir entre la France et l'Angle-

terre des communications plus faciles, à heure fixe, et avec des paquebots plus grands que ceux qui sont utilisés aujourd'hui; créer une rade accessible par tout état de la mer, aux navires que la tempête ou les brouillards empêchent de traverser la partie resserrée du détroit.

On a tour à tour songé au prolongement des jetées, à de grands brise-lames placés au large, à des enceintes plus ou moins fermées obtenues au moyen de jetées rattachées à la terre, à des ports restreints construits à une certaine distance de la côte, et reliés au rivage par des estacades en bois ou en fer. Mais la plupart de ces projets sont restés à l'état d'idées vagues, et n'ont fait l'objet d'aucune instruction. Le seul qui ait été soumis à un examen complet, est celui d'un brise-lames isolé, proposé en 1854 par M. l'ingénieur en chef Béguin. Ce projet a dû être écarté, parce qu'avec les modifications qu'avaient cru devoir y introduire le conseil des travaux de la Marine et le conseil d'Amirauté, dans le but de le rendre efficace, le brise-lames aurait dû avoir une longueur de 12,000 mètres, et coûter 177,500,000 francs. La question ne fut reprise qu'en 1872, lorsque les représentants de la ville de Boulogne demandèrent la concession d'un port extérieur à créer au devant de Boulogne, Mais les plans présentés par un ingénieur anglais peu au courant de nos habitudes, ne fournissaient pas des indications suffisantes, pour dissiper les craintes d'ensablement, qu'on était en droit de concevoir ; et le projet reçut, dans le principe, un accueil peu favorable. Les apparences étaient, en effet, contraires à Boulogne. Il est passé presque en axiome, que, lorsqu'il y a sur une côte des transports de sable, les anses se comblent, et les jetées rattachées à la rive provoquent des dépôts qui contournent bientôt les musoirs. Or, il y a au devant de Boulogne un transport assez considérable de détritus provenant de la destruction des falaises de Normandie; et ce port se trouve, non-seulement dans la grande baie qui existe entre le cap d'Alpreck et le cap Gris-Nez, mais encore dans le fond d'une anse secondaire entre la pointe de l'Heurt et la pointe de la Crèche.

Mais une étude plus approfondie du régime de la côte m'a conduit à penser que, malgré ces apparences défavorables, la situation de Boulogne se prêtait à l'établissement d'un port en eau profonde. Cette conviction a été partagée par les ingénieurs hydrographes, par la commission nautique, par le Conseil général des ponts et chaussées, et le projet de port dressé d'après ces idées, a été approuvé par une loi du 17 juin 1878.

C'est surtout sur ces considérations techniques que je veux insister ici.

Quand on veut aborder l'étude d'un port, on doit, avant tout, chercher à déterminer, d'une façon précise, le régime de la côte, régime

qui est la résultante de la constitution géologique du sol, et des actions diverses qui s'exercent sur lui.

Au point de vue géologique, on peut constater (Voir pl. V, fig. 1), qu'en remontant vers le Nord la côte française de la Manche, on trouve, après les falaises de Normandie qui se terminent au Bourg d'Ault, d'abord un golfe assez profond allant du Bourg d'Ault au cap d'Alpreck, et ensuite le large promontoire du Boulonnais, qui va du cap d'Alpreck au cap Griz-Nez et au Blanc Nez ; à partir de là, on rencontre, le long de la mer du Nord, les terrains bas des Flandres et de la Hollande, connus sous le nom de Wattringues et de Polders. Peut-être le détroit s'est-il trouvé, à une certaine époque géologique, momentanément fermé, c'est un fait à discuter ; mais il est bien certain du moins, que la communication entre la Manche et la mer du Nord, ne se fait qu'à travers un canal étroit, et que, par suite de la différence entre les régimes de ces deux mers (V. le volume de la session de 1877, p. 289), les parois de ce canal de jonction doivent être, et sont en effet violemment corrodées. Aussi les côtes de France et d'Angleterre se présentent dans le détroit du Pas-de-Calais sous la forme de falaises à pic ; et M. Larousse, dans les sondages qu'il a faits en 1875 et 1876 à travers le canal, a trouvé presque partout, au fond de la mer, dans des profondeurs de 40 à 70 mètres, le sol naturel débarrassé de tout dépôt.

La loi qu'on formule par ces mots : « *les pointes se rongent, les anses se comblent* », s'est réalisée parfaitement ici. Le golfe compris entre le Bourg d'Ault et le cap d'Alpreck s'est comblé, tandis que le promontoire du Boulonnais continue à être corrodé. Dans les environs immédiats de Boulogne, la côte présente deux pointes, la pointe de l'Heurt et la pointe de la Crèche, formées toutes deux d'une roche dure de *grès à ammonites gigas*, et entre les deux, un rentrant relatif correspondant à des couches plus tendres. Mais ce rentrant, cette anse, loin de vouloir se combler, tend sans cesse à se creuser ; c'est une anse en formation, dont la flèche est fonction de la distance des pointes qui la limitent, de la nature du sol, et de l'action de la mer ; et je crois pouvoir dire que si l'on coupait 400 mètres par exemple de chacune des deux pointes de l'Heurt et de la Crèche, l'anse rentrerait elle-même de 400 mètres dans les terres ; ou encore, que si le sol était formé de glaise ou de sable fin plus facile à désagréger que le sol existant, l'anse prendrait une courbure bien plus prononcée.

Au point de vue du régime de la mer, la situation de Boulogne se caractérise par ces deux faits, une grande hauteur des marées qui vont jusqu'à 9 mètres, et un manque absolu de concordance entre les heures de renversement des marées et de renversement des courants. (Voir le volume de 1877, page 290.)

Dans ses traits généraux, la côte, au droit de Boulogne, se comporte comme la rive concave d'un grand fleuve, rive que l'on aurait fixée au moyen de deux grands épis, la pointe de l'Heurt et la pointe de la Crèche. Ces caps sont accores, et je crois pouvoir affirmer que si on réunissait ces deux caps par une digue en ligne droite ou légèrement concave, cette digue serait plutôt affouillée par les courants qu'ensablée. Le port fermé qui a été adopté (Voir pl. V, fig. 2), agira, lui aussi, comme un épi ; il y aura certainement des ensablements en dehors du port, dans les angles Sud et Nord ; mais on doit admettre, avec M. Ploix et avec la commission nautique, que les passes resteront libres de tout ensablement. Quant à l'envasement intérieur, l'état de propreté des plages voisines, et l'absence de tout dépôt de vase à l'abri des pointes de l'Heurt et de la Crèche, autorisent à penser, que les dépôts seront peu importants, et ne dépasseront pas 380 mètres par an et par hectare, moitié des dépôts trouvés dans les eaux de la baie de Douvres, par le capitaine Washington, en 1845.

Le nouveau port de Boulogne se présente donc dans de bonnes conditions, et offre pour l'avenir des chances très-sérieuses de réussite.

Ce port comprend (Voir pl. V, fig. 2), un développement de jetées de 4,090 mètres, laissant entre elles, du côté du large, deux passes de 250 mètres et de 150 mètres ; il englobe une surface de 300 hectares environ, dont 65 ont déjà de 5 à 8 mètres d'eau par les plus basses mers, et 80 seront dragués à la profondeur de 5 mètres ; 100 hectares sont réservés le long de la côte, pour être remblayés ou être utilisés pour de nouveaux bassins. Il sera créé une traverse de 400 mètres sur 200 mètres, pour permettre l'accostage des navires. Les jetées seront formées d'une fondation en enrochements naturels et artificiels, surmontée d'une muraille à partir du niveau des basses mers de morte eau. Elles comprendront environ 800,000 mètres cubes d'enrochements naturels, 80,000 mètres cubes de blocs artificiels et 300,000 mètres cubes de maçonnerie. La dépense approuvée est de 17 millions.

DISCUSSION.

M. Bouquet de la Grye approuve complétement ces considérations ; la digue du large sera non pas ensablée, mais attaquée, comme tout musoir placé en travers d'un courant.

M. OLIVIER DE LANDREVILLE

NOUVEAU SYSTÈME DE PROPULSION DES NAVIRES.
(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. Olivier de Landreville propose un nouveau système pour opérer la propulsion des navires : à l'arrière de l'embarcation, on fixerait un canon immergé ; si l'on fait détoner dans ce canon un corps explosif, la réaction des gaz sur l'eau déterminera un recul qui entraînera l'embarcation en avant.

M. PILLET

Professeur à l'École des ponts et chaussées.

SUR L'ALIMENTATION D'UN CANAL MARITIME ENTRE L'OCÉAN ET LA MÉDITERRANÉE.

— *Séance du 28 août 1878.* —

Désirant apporter quelques éclaircissements sur les idées émises par M. Magnier dans sa communication, M. Pillet expose qu'en 1868, il eut l'occasion de collaborer à des études entreprises pour un projet de canal maritime à établir entre l'Océan et la Méditerranée.

Dans ce projet, le canal devait prendre naissance dans un des grands étangs qui bordent la Méditerranée, rejoindre le canal du Midi, lui emprunter son lit rectifié et recreusé, gagner avec lui le col de Naurouse et redescendre jusqu'à Toulouse ; à partir de ce point, suivre le canal latéral à la Garonne, traverser le fleuve, et une fois passé sur la rive gauche se tenir à mi-côte, et par un seul bief arriver à Bordeaux avec une cote de plan d'eau supérieure de 20 mètres à celle de la Garonne.

De Bordeaux, le canal se dirigeait sur Arcachon, après avoir atteint un second point de partage situé à la cote 63, et débouchait dans le bassin d'Arcachon dont on proposait d'améliorer la passe en exécutant les projets présentés à cet effet en 1856 par MM. Pairier, ingénieur ordinaire, et Drœling, inspecteur général des ponts et chaussées. Le canal devait avoir 50 mètres de largeur au plafond et 10 mètres de profondeur d'eau.

Les écluses de 6 mètres de hauteur de chute devaient être établies à flotteur, d'après un système analogue à celui de M. Girard, de manière à n'employer pour les manœuvres qu'une lame d'eau de 20 centimètres d'épaisseur.

La difficulté principale devait consister dans l'alimentation des points de partage de Naurouse et d'Arcachon; car on avait rejeté immédiatement l'idée que M. Magnier vient de mettre en avant dans sa communication, et qui consiste à faire au point de partage de Naurouse un seul bief commençant à Toulouse et empruntant toutes ses eaux à la Garonne. L'immense tranchée à pratiquer pour cela dans la montagne aurait coûté, à elle seule, près de deux milliards, et l'on n'aurait su que faire des déblais considérables qui en eussent été la conséquence. En tenant compte des pertes d'eau dues aux infiltrations, à l'évaporation et aux éclusées, on avait reconnu la nécessité de fournir au bief haut de Naurouse, aussi bien qu'à celui d'Arcachon, un cube d'eau de 1,500 litres par seconde, soit 44 millions de mètres cubes par an.

Au col de Naurouse, les ressources actuelles, amenées par les rigoles dites de la Plaine et de la Montagne, eussent été de 20 millions de mètres cubes par an, et empruntées à des bassins de 7,000 hectares de superficie. Dans ce projet on se proposait de puiser à d'autres affluents de la Méditerranée et même de faire une large prise sur l'Hers-Morte, affluent de l'Océan, ce qui eût porté à 22,000 hectares au lieu de 7,000 la superficie des terrains rendus tributaires du bief de Naurouse. On créait cinq nouveaux réservoirs et l'on espérait ainsi pouvoir alimenter ce point de partage, tout en donnant de l'extension aux irrigations agricoles.

Quant au point de partage d'Arcachon, on le fournissait d'eau en puisant en partie à des collecteurs de dessèchements, tracés sur les parties hautes de ce pays de Landes, et en partie à la Garonne. A cet effet, on empruntait aux environs de Castets, à cette dernière rivière, un cube d'eau de 30 mètres cubes par seconde, que l'on faisait rendre dans le canal et arriver à Bordeaux, comme il a été dit plus haut, à 20 mètres de hauteur au-dessus du niveau de la Garonne. — Sur ce cube, 20 mètres étaient employés à actionner des machines élévatoires refoulant 1,500 litres par seconde, à 43 mètres de hauteur et à 50 kilomètres de distance, ce qui devait satisfaire à l'alimentation du bief de partage d'Arcachon.

Les écluses avec flotteurs, au nombre de cinquante, eussent coûté chacune 2 millions.

La dépense totale du projet était évaluée, d'après devis, à 600 millions de francs.

M. HIRSCH

Ingénieur des ponts et chaussées.

LES MACHINES A VAPEUR A L'EXPOSITION.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. HIRSCH communique à la section quelques vues sur les machines à vapeur de l'Exposition. Deux systèmes principaux sont en présence : les machines à détente dite perfectionnée et les machines Compound ; avec l'un et l'autre système on arrive à ne consommer que 7 à 8 kilos de vapeur par heure et par cheval; c'est à peu près 60 à 65 pour 100 du rendement maximum calculé d'après la théorie de la chaleur. Ce rendement est lui-même assez faible parce que l'écart des températures est petit. Les machines fonctionnant à hautes températures ont à cet égard de grands avantages : ainsi au point de vue de l'utilisation de la chaleur, les machines à gaz ordinaires sont, même pour les petites forces, bien supérieures aux machines à vapeur les plus puissantes et les plus parfaites.

DISCUSSION.

M. HORVATH dit à ce propos que M. Szily a récemment démontré théoriquement l'exactitude des principes de Clausius.

M. HIRSCH ne pense pas qu'une loi naturelle du genre de celle de Clausius puisse être démontrée autrement que par expérience.

M. A. BETOCCHI

Ingénieur, Inspecteur du génie civil du royaume d'Italie,
Membre du Conseil supérieur des travaux publics et de l'Académie des Lincei à Rome.

L'EXPOSITION DU MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS D'ITALIE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. BETOCCHI examine sommairement les documents exposés au palais du Champ de Mars par le ministère des travaux publics d'Italie. Ces documents énumèrent les travaux exécutés en Italie depuis la constitution du royaume, en 1861. Ils comportent un volume in-folio pour chacune des branches du

service, avec introduction explicative, détails des ouvrages, tableaux chiffrés, cartes et tableaux graphiques, plus un volume spécial renfermant un résumé de tous les autres. Les travaux exécutés depuis 1861 correspondent à une dépense de 2,439 millions.

Il met également sous les yeux de la section une *Étude spéciale du Tibre*, qu'il a rédigée, comme conclusion de ses travaux dans la commission spéciale, nommée à la suite de la grande inondation de 1870, ainsi que le volume des travaux de dessèchement du lac Fucino, exécutés sur les ordres du prince Torlonia.

A la suite de cette remarquable communication, M. le président remercie M. Betocchi au nom de la section : le résumé que l'on vient d'entendre met en vive lumière les bienfaits de l'union d'un grand pays, sous la direction d'une administration intelligente et active. Réunir en un travail d'ensemble les documents épars dans les bureaux des ingénieurs, c'est là une œuvre éminemment utile, qui devrait être tentée dans tous les pays.

M. Marcel DEPREZ

Ingénieur civil.

APPLICATION DU FREIN ÉLECTRIQUE DE M. ACHARD AU CHEMIN DE FER DE L'EST.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 29 août 1878. —

M. Deprez donne connaissance des dispositions que la compagnie de l'Est a adoptées pour appliquer le frein électrique de M. Achard. Sous sa dernière forme, cet appareil se compose d'un plateau, fixé à un des essieux du train et portant quatre électro-aimants droits, qui tournent en regard d'un autre plateau fou sur le même arbre ; quand le courant passe, le deuxième plateau adhère aux électro-aimants et détermine, par l'intermédiaire d'une chaîne, le serrage des freins et le calage des roues. Deux piles secondaires sont placées, l'une sur le tender, l'autre sur le fourgon de queue, et sont réunies en circuit en tension, avec dérivations à chacun des freins. L'orateur démontre les avantages du système comme rapidité d'arrêt, simplicité et sûreté de mouvement.

Mme la Baronne de PAGES

LES INVENTIONS DE PHILIPPE DE GIRARD.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

Mme LA BARONNE DE PAGES rappelle les principaux mérites, comme inventeur, de Philippe de Girard, mort, il y a trente-trois ans, dans la misère, après avoir doté son pays d'un grand nombre d'inventions utiles : l'expansion de la vapeur (1806), la chaudière tubulaire (1817), les mitrailleuses à vapeur (1813), les machines à tourner les projectiles, à forer les canons, à fabriquer les bois de fusil, etc. Son invention capitale est la machine à filer le lin, à laquelle il ajouta toutes les préparations du lin, depuis les machines à battre et à peigner jusqu'au filage des étoupes. Il avait inventé un système de greniers à blé à silos suspendus, qui n'a pas encore été complètement imité et dont l'orateur expose les avantages et les ingénieuses dispositions. Récemment, justice trop tardive, une statue vient d'être élevée à la mémoire de ce bienfaiteur de l'humanité.

M. Raoul BALGUERIE

Consul ottoman à Bordeaux.

CRÉATION D'UN CANAL DE NAVIGATION, D'IRRIGATION ET DE COLMATAGE DANS LES DÉPARTEMENTS DE LA GIRONDE ET DES LANDES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. BALGUERIE propose la création d'un canal de navigation, d'irrigation et de colmatage, traversant les départements de la Gironde et des Landes; le développement du tracé serait de 285 kilomètres. Il fait ressortir les avantages de ce projet, surtout au point de vue de l'agriculture des Landes, et les nombreuses approbations qu'il a obtenues, et montre le peu de fondement des objections qu'on y a faites. Ce projet, présenté en 1821 par Deschamps, a été repris en 1873 par M. Krantz, et comporte un canal de jonction de la Garonne à l'Adour, alimenté par une série de réservoirs et de rigoles amenant les eaux des Pyrénées. Le travail serait exécuté par l'industrie privée, avec garantie d'intérêts par l'État.

M. Marcel DEPREZ
Ingénieur civil.

LE WAGON D'EXPÉRIENCES DE LA COMPAGNIE DE L'EST POUR LES LOIS DU MOUVEMENT DES TRAINS ET DES LOCOMOTIVES. (*)

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. MARCEL DEPREZ décrit le wagon d'expériences construit par la compagnie de l'Est pour étudier les lois du mouvement des trains et des locomotives. Il s'attache spécialement à l'appareil destiné à relever les diagrammes des pressions sur les pistons. Le système est renfermé dans un wagon attelé derrière la machine. Il comporte les organes suivants :

1° Pour donner le mouvement à la plaque noircie qui doit recevoir les inscriptions, un plateau, tournant synchroniquement aux roues de la machine, agit, par l'intermédiaire de manivelles et bielles, sur un coulisseau horizontal, dont les mouvements sont ainsi proportionnels et synchrones à ceux du piston. La rotation est imprimée par une transmission prise sur les roues du wagon, et corrigée, en vitesse et en direction, par un système de trains différentiels; le synchronisme est vérifié au moyen d'un tube de Geissler fixé au plateau; l'étincelle jaillit quand la manivelle de la locomotive passe par la verticale; le synchronisme existe quand l'étincelle éclate vis-à-vis un repère établi sur la verticale de l'axe du plateau.

2° La pression est enregistrée comme il suit : une pompe refoule l'air dans une conduite comportant une petite ouverture qui permet d'y maintenir une pression arbitraire; cette pression se transmet, d'une part, à un indicateur de Watt portant un électro-aimant constitué de manière à supprimer les temps perdus, de l'autre, à une membrane métallique, prise, avec jeu, entre deux plaques perforées, et recevant, sur d'autre face, la pression de la vapeur dans le cylindre; chaque fois que la pression dans le cylindre passe par l'égalité avec celle de l'air comprimé, cette membrane rompt, par son mouvement, un courant électrique, et fait marquer un point sur l'enregistreur; en quelques secondes, en faisant varier progressivement la pression de l'air comprimé, on obtient un diagramme complet.

(*) Voir *Bulletins de la Société des ingénieurs civils*, 1878.

M. ORIOLLE

Ingénieur constructeur à Nantes, ancien Élève de l'École centrale.

SOURCE ARTIFICIELLE PRODUITE PAR LE VENT.

— *Séance du 29 août 1878.* —

Le problème d'utiliser le vent (la force la plus répandue dans la nature et la plus inconstante) afin de lui faire monter l'eau sur les points les plus élevés, pour les besoins de l'agriculture, me fait chercher depuis dix années une solution pratique.

Le moulin exposé Classe 54 répond à cette solution puisqu'il peut, sans surveillance, à un prix de revient très-réduit, monter une grande quantité d'eau dans tous les cas possibles.

DESCRIPTION SOMMAIRE DU SYSTÈME

Le problème se subdivise en deux problèmes très-différents :

1° Faire un moulin qui puisse, sans surveillance, supporter tous les vents possibles et en accumuler le travail ;

2° Créer un appareil hydraulique qui puisse, même à de grandes distances, utiliser ce travail.

PLACE DU MOULIN A VENT

La place à occuper par le moulin est évidemment le point le plus élevé de la propriété ; c'est également celle où il faudra conduire l'eau pour avoir la possibilité de l'utiliser partout naturellement. Lorsque la position du moulin permettra l'aspiration directe, il suffira de lui faire actionner une pompe aspirante et foulante. Lorsqu'au contraire cette position est à une altitude ne permettant pas l'aspiration directe, comme 50 mètres par exemple et 500 mètres de distance de la source, il faudra une transmission entre le moulin et l'appareil chargé d'élever l'eau.

Dans tous les cas, le moulin doit pouvoir supporter tous les temps possibles, être simple et facilement réparable.

MOULIN

L'arbre du moulin, monté sur un système de plaque tournante placé à l'extrémité de quatre pièces de charpente, porte six ailes fixées par de fortes charnières en cuivre placées en dehors de l'axe de figure de chaque aile pour leur permettre de prendre des positions angulaires variables. Ces angles sont limités, réglés par des ressorts de porte en acier assez

longs de tige pour que l'élasticité naturelle qu'ils ont à supporter dans leur torsion ne soit pas dépassée.

Sur le milieu de l'arbre, dans l'axe d'orientation est placé un excentrique qui actionne par une longue barre d'excentrique une pompe alimentaire dans laquelle le piston tourne avec l'orientation. Cette pompe alimentaire de petite dimension doit pouvoir fonctionner très-bien même à de grandes vitesses. Elle refoule l'eau dans un récipient ou cloche résistante remplie d'air ; l'eau accumulée dans cette cloche à chaque tour du moulin comprime l'air suivant la loi de Mariotte et en réalité cette cloche emmagasine le travail moteur du moulin en eau et air comprimés; elle est munie d'une soupape de sûreté.

Du bas de cette cloche part une conduite qui va rejoindre, sous le sol, un appareil spécial hydraulique placé près de l'eau disponible le plus bas possible, pour faciliter l'aspiration.

APPAREIL HYDRAULIQUE D'EN BAS

La conduite d'eau comprimée débouche dans une boîte à tiroir, en tout point semblable à un tiroir de machine à vapeur, où l'eau comprimée dirigée alternativement sur les faces d'un piston, lui communique un mouvement de va et vient auquel est attelé une pompe utile qui aspire et refoule l'eau utile au volume de laquelle vient s'ajouter le volume de l'eau motrice qui s'échappe, après le travail, comme le ferait la vapeur dans une machine à vapeur.

Le mouvement du tiroir est produit par une crémaillère ayant le mouvement des pistons, actionnant par un secteur denté un levier à contre-poids qui décrit un arc de cercle et tombe de lui-même lorsqu'il a passé la verticale en entraînant brusquement le tiroir dans les trente derniers degrés de sa course, c'est-à-dire, lorsque le contre-poids a acquis une puissance vive suffisante pour mouvoir brusquement le tiroir.

L'eau motrice venant du moulin dans la conduite où elle est comprimée et son retour au moulin avec l'eau utile refoulée joue le rôle d'une courroie (d'eau) très-tendue du moulin à l'appareil hydraulique, et molle très-peu tendue dans son retour de l'appareil au moulin, c'est une véritable transmission tournant dans le même sens d'une manière continue sans arrêt autre que le déplacement du tiroir, très-rapide, produit par la chute d'un corps, aussi il n'existe aucun coup de marteau d'eau.

La pompe utile, très-simple, très-facile à visiter et à entretenir, est munie d'un réservoir d'air au refoulement et d'un réservoir d'air à l'aspiration afin d'éviter les causes de destruction dues aux chocs d'eau.

Les rapports des diamètres et des courses des pistons du moulin, du piston moteur et du piston utile de l'appareil hydraulique sont calculés

pour que l'appareil fonctionne à des pressions modérées comme 7 et 8 atmosphères et pour que l'appareil du bas aille très-lentement. Je lui fais donner un coup par dix tours du moulin pour que le moulin puisse prendre toutes les vitesses sans inconvénient pour l'appareil hydraulique du bas.

PRIX DE REVIENT DE L'EAU MONTÉE

Ce prix de revient variera avec la quantité d'eau montée dans l'année, variable avec la quantité de vent annuelle. Il sera formé par l'intérêt du premier établissement, l'entretien et l'amortissement. Il diminuera beaucoup, en doublant le volume d'eau, ce qui est facile en augmentant seulement d'un tiers le coût de premier établissement, c'est-à-dire en établissant un deuxième moulin doublant la quantité d'eau comprimée dans la cloche; l'appareil hydraulique, les conduites n'auront pas à changer, le tout fonctionnera à une vitesse double; de même on peut multiplier le nombre des moulins et augmenter ainsi le volume d'eau montée. Il n'y a pas, pour ainsi dire, de limites pour la quantité d'eau, la hauteur, la distance. Quelles que soient les difficultés, on pourra toujours réussir à utiliser cette force motrice, le vent, qui ne coûte rien.

Voilà le service que je voudrais rendre à l'agriculture.

M. ORIOLLE

Ingénieur constructeur à Nantes, ancien Élève de l'École centrale.

MÉMOIRE SUR LES CHAUDIÈRES DU SYSTÈME BREVETÉ ORIOLLE.

— *Séance du 29 août 1878.* —

Depuis l'emploi de la vapeur la préoccupation la plus sérieuse de tous les ingénieurs, constructeurs, propriétaires, a été le choix des chaudières à employer.

Les recherches ont eu pour objectifs principaux :

1° L'absence du danger (évité autant que possible par les règlements administratifs) ;

2° Le rendement ;

3° La facilité d'entretien et de réparation ;

4° Le prix de revient.

Aussi ces recherches ont-elles conduit à une multiplicité incroyable

de formes, de systèmes brevetés ou non, satisfaisant plus ou moins à la solution cherchée.

Cette multiplicité de formes dépend aussi des exigences extrêmement variables de leur emploi suivant les cas particuliers. Ainsi la navigation et la locomotion font naturellement rechercher la légèreté et le peu de volume, les catégories établies par les règlements administratifs font rechercher la réduction de volume.

Pénétré de ces principes, j'ai aussi cherché une solution pratique à ces difficultés et depuis sept années, j'utilise à terre et en navigation, tant à la mer qu'en rivière, un système nouveau que je décris ci-après et dont j'ai constamment, jusqu'ici, obtenu des résultats très-satisfaisants.

DESCRIPTION DE LA CHAUDIÈRE ORIOLLE.

Cette chaudière se compose d'un corps à peu près cubique, formé principalement d'un faisceau de tubes longitudinaux, contenant l'eau ou la vapeur à l'intérieur et mettant en communication deux lames d'eau parallèles formant façade, dont l'épaisseur est de 12 à 17 centimètres. Les tôles opposées de ces lames d'eau, ayant de 12 à 14 millimètres d'épaisseur, sont parfaitement reliées entre elles par des entretoises en fer de 25 millimètres de diamètre taraudées dans les tôles, puis rivées. L'écartement de ces entretoises est de 11 centimètres d'axe en axe. Les tubes dont le nombre varie suivant l'importance du générateur ont de 55 millimètres à 80 millimètres de diamètre extérieur et de 3 à 5 millimètres d'épaisseur, et leurs joints dans les plaques tubulaires sont formés suivant un usage général par un mandrinage soigné, sans rivetage ni mâtage, les deux lames d'eau AV et AR sont ainsi reliées entre elles par les extrémités des tubes. Si l'on voulait relier plus solidement entre elles les deux lames d'eau, et de nombreuses expériences nous ont démontré qu'il n'y avait pas lieu de s'en inquiéter, on peut baguer et river un certain nombre de tubes et même en remplacer quelques-uns par des tirants.

Les tubes laissent entre eux des intervalles de 25 millimètres qui servent au passage des gaz du foyer et qu'on utilise pour le raclage oblique de l'extérieur des tubes, les tangentes horizontales aux rangs des tubes voisins laissent entre elles un petit écartement qui permet aussi le raclage horizontal de l'extérieur des tubes. Les rangées de tubes inférieurs contiennent l'eau à vapeur, les rangées supérieures servent de réservoirs, sèchent et surchauffent la vapeur (la prise de vapeur se faisant dans le haut de la lame d'eau antérieure). Les tubes sont tous parallèles entre eux et présentent par rapport à l'horizontale une inclinaison de 10 à 20 centimètres par mètre, qui a pour but de donner une direction à la circulation d'eau et de vapeur qui s'établit.

Au-dessous des tubes se trouve le foyer dont l'entourage est formé simplement par de la maçonnerie en brique réfractaire maintenue par de la tôle. Les faces latérales de la chaudière sont formées de cloisons en tôle de 3 millimètres d'épaisseur, percées de portes à charnières, permettant l'examen et le nettoyage des tubes par le raclage et par un jet de vapeur.

Pour obtenir un nettoyage complet à la vapeur, on supprime quelques tubes espacés convenablement et on les remplace par des bouts de tubes en cuivre, formant entretoises creuses, reliant les deux tôles d'une lame d'eau, ces ouvertures circulaires munies d'un bouchon qu'on enlève facilement, permettant l'introduction d'un jet de vapeur, même en marche, produisent un nettoyage parfait.

Les faces extérieures des lames d'eau AV et AR présentent vis-à-vis de chaque tube une ouverture circulaire fermée par un bouchon intérieur de même forme et maintenu par une tige à écrou s'engageant dans une traverse en fer plat. Le joint est fait à l'aide d'une petite rondelle en caoutchouc. Ces ouvertures sont assez grandes pour permettre de poser les tubes, de les visiter et nettoyer intérieurement, de les tamponner quand ils viennent à crever, de les changer au besoin.

Des bandes de tôle horizontales, dites *chicanes*, éloignent la flamme des plaques à tubes et des portes de côté et l'empêchent de se rendre trop directement à la cheminée, des portes pratiquées à la partie supérieure des chaudières laissent accéder aux tubes de vapeur. Le tuyau d'alimentation de la chaudière débouche vers le milieu de la partie supérieure de la lame d'eau antérieure et cette eau a ainsi le temps de se réchauffer avant de pénétrer dans les tubes. L'extraction se fait par un robinet placé à la partie inférieure de la lame d'eau. Les gaz chauds du foyer, en s'élevant verticalement, frappent d'abord les tubes à eau de la première rangée, passent entre leurs intervalles vis-à-vis desquels se présentent les tubes de la deuxième rangée et après avoir ainsi circulé, entre tous les tubes à eau, puis entre les rangées de tubes à vapeur ils se dégagent par la cheminée.

Par l'effet de l'inclinaison des tubes et de la différence de densité le mélange d'eau et de vapeur qui se forme en plus grande quantité dans les tubes inférieurs, s'élève dans les tubes supérieurs et monte dans la lame d'eau postérieure, la vapeur se dégage à la partie supérieure de celle-ci et va se sécher et se réchauffer dans les rangs des tubes supérieurs avant d'arriver à la prise de vapeur située antérieurement. L'eau séparée de la majeure partie de la vapeur qu'elle contenait revient vers la lame d'eau antérieure par les rangées supérieures de tubes à eau et redescend dans cette lame d'eau pour entrer de nouveau dans les tubes; une circulation rapide de l'eau se trouve

ainsi obtenue, grâce à laquelle les tubes inférieurs sont constamment rafraîchis par de l'eau bien dense et se trouvent ainsi dans d'excellentes conditions pour un épuisement rapide de la chaleur contenue dans la fumée.

AVANTAGES DE CES CHAUDIÈRES.

Comparées aux chaudières ordinaires cylindriques de très-grand diamètre (chaudières marines actuellement obligatoires par l'emploi des machines Compound) et qui ne sont admises que par suite d'une tolérance seulement, l'épaisseur donnée par la formule

$$(e = 18\, d\, (n - 1) + 3$$

conduisant à des dimensions que nous ne savons pas travailler. Les chaudières de mon système présentent les avantages suivants :

1° Possibilité de construire des chaudières d'un seul corps ayant autant de surface de chauffe qu'il sera nécessaire et cela sans limite ;

2° Inexplosibilité ;

3° Légèreté et diminution de volume ;

4° Simplicité et identité de construction ;

5° Entretien plus prompt, plus facile, moins coûteux ;

6° Durée presque illimitée ;

7° Économie de combustible.

1° *Discussion de ces divers avantages*

Ce système permet sans changer les épaisseurs des matériaux d'obtenir des quantités de surface de chauffe aussi grandes que l'on veut. En effet, il suffit d'augmenter les dimensions des lames d'eau, surtout dans la largeur pour y loger le nombre de tubes nécessaires afin d'obtenir la surface demandée. Il ne faut pas augmenter trop le nombre des rangées horizontales, l'expérience m'ayant démontré que 12 à 14 rangées étaient suffisantes suivant l'intensité du tirage pour le refroidissement des gaz. Les rangées mises en plus ne doivent être considérées que comme réservoirs et sécheurs de vapeur.

2° *Inexplosibilité.*

On peut dire qu'elles sont complétement inexplosibles, parce que : 1° les lames d'eau entretoisées, comme les lames d'eau d'un foyer de locomotive avec des diamètres d'entretoises ayant une charge maximum de 5 à 6 kil. par millimètre au moment de l'épreuve au double, n'auront jamais à souffrir, parce qu'elles en sont pas exposées à l'action du feu comme dans les autres chaudières; 2° toute la surface de chauffe agissante étant formée de tubes en fer de 60, 70, 80 millimètres au plus dont la résistance garantie par les usines est de 40 atmosphères.

Or, les tubes seuls supportant l'action du feu, eux seuls peuvent s'altérer suivant le manque de soins apporté dans le nettoyage. Et, encore, si un tube se trouvait altéré ou de mauvaise qualité, qu'arriverait-il? une fuite dans le foyer, pas plus sérieuse que la rupture d'un tube dans les chaudières ordinaires, en aucun point, comparables aux malheurs produits par les déchirures, soit des enveloppes, soit des grandes surfaces de foyer, boîtes à feu et plaques tubulaires, — elles sont évidemment plus résistantes que les autres chaudières. La fatigue de la chaudière est la même quel que soit le nombre des tubes, l'effort qui tend à séparer les deux plaques tubulaires est toujours égal à la section du tube employé, multiplié par la pression de la vapeur et le nombre de tubes; or, chacun d'eux forme un tirant capable de résister à un effort dix fois plus grand; pour avoir un surcroît de sécurité, il suffit d'en baguer et river un sur dix ou de passer à l'intérieur un tirant. Avec ces précautions la crainte émise par certaines personnes de voir les deux lames d'eau se séparer est complétement écartée.

3° *Légèreté et volume.*

Il suffit de citer un exemple, la chaudière de *l'Abeille* n° 8, faisant le service de Nantes à Angers, sur la Loire, a 77 mètres de surface de chauffe; elle occupe un espace de 2 mètres sur 1m.50 de haut et 1m.80 de profondeur, et pèse 6,000 kil. avec 257 tubes de 1m.54 de long sur 80 à 60 millimètres de diamètre.

4° *Simplicité et identité de construction.*

Les éléments de construction de ces chaudières sont pour chacune des lames d'eau : 1° Un fer U du commerce formant les deux pinces à river; 2° Deux tôles qui n'ont qu'à être dressées, percées pour les trous des tubes, autoclaves, entretoises et rivets. Il n'y a aucunement à les forger et à les altérer par le feu; 3° Autant d'entretoises filetées et rivées qu'il y a de tubes; 4° Autant d'autoclaves que de tubes; 5° Les tubes qui forment la surface de chauffe et dont l'étanche se fait avec le mandrin universel qui se manœuvre par chaque trou d'autoclave; 6° Les enveloppes formées de deux tôles minces entretoisées laissant entre elles un écartement de 4 millimètres rempli d'un corps incombustible et isolant. Une partie de cette enveloppe est à charnière pour permettre l'examen des tubes et des rivets qui restent tous visibles et réparables.

5° *Entretien plus prompt*, etc.

L'entretien variera avec la quantité des tubes et avec l'habitude de la conduite et le soin du nettoyage. Il ne peut se produire que deux sortes d'avaries, ou un tube percé par manque de qualité ou défaut de

nettoyage ayant permis une incrustation adhérente ou un dessertissage si la chaudière avait été chauffée manquant d'eau. Pour le premier cas, il suffit de sortir le tube et de le remplacer, pour le deuxième cas, de la mandriner. Les plaques tubulaires n'ont aucune raison de souffrir par suite de le précaution suivante, en mettant un fer feuillard de 5 millimètres sur les rangées de tubes de trois en trois rangs le long de la plaque tubulaire qui se trouve ainsi préservée des caresses de la flamme. Les extrémités des tubes étant constamment dans l'eau ou la vapeur et jamais en contact avec l'air chaud, n'ont à craindre aucune altération. Jamais on n'est obligé de sortir la chaudière pour la réparer; l'entretien se borne donc à remplacer un tube ou à le mandriner, ou à le nettoyer à l'intérieur après avoir ôté les autoclaves qui le commandent et à vider les lames d'eau par les autoclaves percés dans le bas du fer U. Ce dernier nettoyage est absolument le seul à pratiquer avec l'emploi de la glycérine oxydée de M. Asselin comme désincrustant. Le nettoyage à l'extérieur des tubes se fait admirablement, même en marche, avec le ramoneur à vapeur que nous décrivons plus loin.

6° *Durée illimitée.*

Il est évident que les lames d'eau formant la partie coûteuse et importante de la chaudière n'ayant à supporter aucune cause d'altération, l'entretien se réduisant au remplacement des tubes, pourra être continué aussi longtemps qu'on le voudra.

7° *Économie de combustible.*

Ces chaudières emploient très-bien le combustible par cette seule raison que les surfaces de chauffe n'ont que 5 millimètres d'épaisseur au plus, mais, pour obtenir cette économie, il faut produire une bonne combustion des gaz qui s'éteindraient et se perdraient inutilement s'ils pénétraient avant leur entière combustion dans la masse des tubes. Pour obtenir un bon résultat, il faut des rentrées d'air raisonnées suivant la nature du combustible et autant que possible une grande hauteur entre la grille et la première rangée de tubes.

OUTILS SPÉCIAUX EMPLOYÉS :

1° *Ramonage à vapeur.*

Par les entretoises creuses vous introduisez une lance réunie à une prise de vapeur par un conduit flexible, cette lance à 15 centimètres de plus que la longueur des tubes; elle est bouchée à l'extrémité et percée de quatre petits trous à angle droit à l'extrémité bouchée. La vapeur est donc projetée énergiquement dans quatre directions qui produisent toutes les directions. Si vous imprimez à la lance un quart de

tour et en l'avançant de toute sa longueur, on atteint toutes les parties de la chaudière;

2° *Le mandrin universel;*

3° *L'outil à sortir les tubes.*

Pour entretien et réparation il faut :

1° *Des tubes;*

2° *Des bouchons d'autoclaves;*

3° *Des rondelles en caoutchouc pour joints.*

C'est à la suite de sept années d'expériences et d'études et après l'emploi de trente-huit chaudières fonctionnant actuellement aussi bien à terre que sur bateaux de mer et de rivières que je soumets le présent mémoire à l'appréciation des personnes compétentes.

Vœux émis par les 2e et 3e Sections.

I.

Sur la proposition de M. Chabrié, la section, à l'unanimité, émet le vœu :

« Que le service des observations des crues des cours d'eau soit, dans toute la France, mis promptement en état de fonctionner comme il fonctionne dans le bassin de la Seine. »

II.

Sur la proposition de M. Chambrelent, la section émet le vœu :

« Que la loi pour prévenir les incendies dans les forêts des Landes soit promptement promulguée. »

L'ordre du jour de la section de Navigation, Génie civil et militaire comprenait plusieurs autres travaux qui n'ont pu être communiqués en séance, faute de temps. Nous en reproduisons les titres ci-après :

M. Brocard. — Moteur à air et eau comprimés.

MM. J. et Th. Ducousso. — Système de transmission automatique de signaux électriques aux trains en marche.

M. P. Meyère. — Nouveau système d'attelage des wagons.

M. Woyciechowski. — Moteur circulaire de 25 kilogrammètres.

Présentation de travaux imprimés

ENVOYÉS AU CONGRÈS

POUR ÊTRE COMMUNIQUÉS A LA SECTION.

M. CH. ANTOINE. — Des lames de haute mer.

MM. BELGRAND et LEMOINE. — Notice sur les crues des principales rivières de France en mars 1876.

M. BESNOU. — Du doublage des navires.

M. A. BETOCCHI. — Del Fivme Tevere ; Effemeridi e statistica del Tevere. — Dell' Idrologia del Tevere.

MM. A. BRISSE et L. DE ROTROU. — Dessèchement du lac Fucino exécuté par le prince Torlonia.

M. J. FARCOT. — Le Servo-Moteur ou moteur asservi.

M. GOUEZEL. — Rapport sur les abordages et les moyens de les éviter.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS D'ITALIE. — Cenni monographici sui singoli servizi.

Mme la baronne DE PAGES. — Documents divers relatifs aux inventions de Philippe de Girard.

PRÉFECTURE DE LA SEINE. — Assainissement de la Seine; Épuration et utilisation des eaux d'égout.

2me Groupe

SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

5me Section

PHYSIQUE

Président d'honneur . . . . M. H. VALÉRIUS, Professeur de Physique à l'Université de Gand.
Président. . . . . M. CORNU, Membre de l'Institut, Professeur à l'École polytechnique.
Vice-Président. . . . . . . M. Ch. DUFOUR, Professeur de physique, Morges (Suisse).
Secrétaire . . . . M. E. MERCADIER, Ingénieur des télégraphes, Répétiteur à l'École polytechnique.

M. Ch. DUFOUR

Professeur de physique, Morges (Suisse).

NOTICE SUR LES EXPÉRIENCES FAITES SUR LE GLACIER DU RHONE POUR MESURER LA CONDENSATION DE LA VAPEUR.

— *Séance du 23 août 1878.* —

Les expériences dont je vais vous rendre compte, et que j'ai faites avec mon collègue et ami M. le professeur F.-A. Forel, ont eu pour point de départ une comparaison entre la quantité d'eau qui sortait du lac de Genève, et la quantité d'eau qui, d'après les observations météorologiques, tombait en pluie ou en neige sur le bassin; la première paraissait forte, relativement à la seconde.

Nous eûmes alors la pensée qu'une partie de cette eau n'était pas tombée en pluie, mais s'était déposée à l'état de neige, sur les 1,000 kilomètres carrés de glaciers et de neiges éternelles que le bassin du Rhône possède en amont du lac Léman.

En effet, la vapeur doit se déposer sur un glacier comme elle se

dépose sur les vitres de nos appartements, en hiver, et sur les carafes d'eau fraîche, en été. Un glacier peut être considéré comme une vitre immense, toujours très-froide, sur laquelle, par conséquent, cette rosée doit se déposer en quantité considérable. C'est pour étudier l'importance de cette condensation que, dans l'été de 1870, nous avons été nous établir sur le glacier du Rhône.

Le glacier du Rhône est assurément un des plus beaux glaciers du monde; il est moins long que le glacier d'Aletsch et moins large que la mer de glace de Chamouny; mais il offre aux naturalistes et aux amis de la grande nature un spectacle des plus instructifs et des plus saisissants, dans la splendide cascade de glace qui le coupe en deux parties inégales. La partie supérieure, longue de 8 kilomètres environ, et large de 1,000 à 4,000 mètres, forme un glacier réservoir, où s'accumulent les neiges tombées dans un vaste cirque entouré d'une bordure de cimes et d'arêtes de rochers, dont l'altitude varie de 3,000 à 3,500 mètres. Ce bassin de réception du glacier du Rhône s'étend comme un coin entre le bassin de la Reuss et celui de l'Aar, et va, plus au nord qu'aucun des autres glaciers et affluents du Rhône, recueillir les neiges qui, pendant l'été, alimentent le fleuve méditerranéen. Dans toute cette partie supérieure, le glacier du Rhône n'a qu'une faible inclinaison, il descend en pente douce et relativement régulière.

Mais, arrivé dans le voisinage de la Furka, le sol sur lequel il repose s'incline de plus en plus, et il forme alors une magnifique cascade de glace qui n'a pas sa pareille, du moins dans les Alpes abordables au commun des touristes. Cette cascade, haute de 300 à 400 mètres, présente un spectacle d'une beauté exceptionnelle; et ce qui, pour beaucoup de personnes, en augmente le mérite, c'est l'existence d'une excellente route postale, sillonnée, en été, par de nombreux équipages, qui passe à quelques mètres de cette cascade; de manière que, sans fatigue et sans danger, on peut voir de très-près ces immenses blocs de glace bleuâtre entassés, les uns sur les autres.

Pour déterminer la quantité de vapeur qui se déposait sur le glacier, nous avons employé la balance. Avant de partir, nous nous sommes exercés, pendant deux mois, à Morges, en mai et juin 1870, afin de voir quels seraient les appareils les plus commodes et quelles dimensions il faudrait leur donner.

En définitive, nous avons adopté des bassins circulaires en cuivre de $0^m,16$ de diamètre et $0^m,07$ de profondeur; leur fond aplati permettait de les poser d'une manière stable sur le sol. Leur surface supérieure était d'environ 200 centimètres carrés, et ils pouvaient contenir 1,300 à 1,400 grammes d'eau. Nous n'avons pas pris des bassins d'un plus grand diamètre, à cause de la difficulté qu'il y avait à les

transporter, à les placer sur le sol et sur la balance, sans laisser tomber une goutte d'eau, ce qui aurait annulé l'expérience.

Nous les remplissions de neige ou de glace concassée et nous les pesions exactement ; nous les exposions à l'air pendant un temps qui variait de trente minutes à deux heures ; puis, nous pesions de nouveau et nous constations une augmentation de poids provenant du dépôt de la rosée. Un simple calcul permettait de transformer la valeur, ainsi obtenue, en la rapportant à une surface de 1 mètre carré, de 1 kilomètre carré, ou en hauteur d'eau répandue à la surface de la glace.

Au moment de la seconde pesée, nous avions soin d'essuyer soigneusement la surface extérieure du bassin qui était recouverte aussi d'une abondante couche de rosée ; cette rosée était trop abondante pour être négligée, et trop irrégulière pour qu'il ait été possible d'en tenir compte.

Voici, comme exemple, une de ces expériences préliminaires :

Du 31 mai 1870, dans un jardin, au bord du lac, à Morges.

A 8 h. 02 m. du matin, nous remplissons de glace l'un des bassins ci-dessus décrits et nous lui trouvons un poids de P + 45,00 grammes.

Nous l'exposons à l'air et le pesons de nouveau, à 8 h. 30 m. ; nous lui trouvons un poids de P + 48,70 grammes ; en 28 minutes, il s'est donc déposé, sur une surface de glace de 200 centimètres carrés, 3,70 grammes de vapeur d'eau.

En une heure, il s'en serait déposé 7,93 grammes, et sur une surface de 1 mètre carré 396 grammes.

Si nous voulons exprimer autrement la valeur de ce dépôt, nous trouvons que 396 grammes, par mètre carré, représentent une hauteur d'eau de 396 millièmes de millimètre répandue à la surface de la glace. Nous disons donc que la valeur horaire de la condensation était, pendant cette expérience, de 0.396$^{\text{mmes}}$.

Pendant ce temps, nous faisions, à l'aide du psychromètre, plusieurs observations pour déterminer l'état hygrométrique de l'air. Nous nous étions procuré, à cet effet, d'excellents thermomètres, dont nous avons vérifié souvent les équations. Ces observations ont donné les résultats suivants :

DATES	HEURE	TEMPÉRATURE DE L'AIR	HUMIDITÉ		TEMPÉRATURE DE SATURATION
			RELATIVE	ABSOLUE	
				millimètres	
31 mai 1870	8 03	16°0	0.85	11 56	13°5
»	8 18	15 8	0 86	11 68	13 7
»	8 32	16 6	0 85	11 90	14 0
MOYENNE.....		16°1	0 85	11 71	13°7

L'air était calme et le lac n'était pas ridé.

La moyenne de quatre expériences pareilles effectuées le 30 et le 31 mai, par un temps calme, nous ont donné 410 grammes par heure et par mètre carré de surface glacée; ce qui fait 410 mètres cubes d'eau par heure et par kilomètre carré de glacier pour un glacier qui se trouverait dans les mêmes conditions météorologiques que le jardin où les expériences ont été faites, à Morges.

Nous pouvons citer un fait assez curieux.

Pour éviter le dépôt de la rosée sur la surface extérieure des bassins, nous avons quelquefois recouvert celle-ci d'une légère couche d'huile; alors la rosée ne se déposait pas; mais la vapeur condensée formait un brouillard très-apparent autour des bassins. La formation de ce brouillard s'explique facilement.

C'est après ces travaux préliminaires que nous partîmes, en juillet 1870, pour continuer les expériences sur le glacier du Rhône.

Il importait, pour l'exactitude de nos pesées que notre balance fût à l'abri du vent. Nous avions d'abord projeté de construire sur le glacier une cabane, où nos instruments et nous-mêmes aurions trouvé abri et refuge contre le vent, le soleil et la pluie; mais une fois sur place, l'absence à peu près complète, sur la surface du glacier, des matériaux nécessaires à cette construction nous fit abandonner ce dessein, et nous dûmes songer à nous tirer d'affaire autrement. Après quelques recherches, nous trouvâmes heureusement une large crevasse, profonde de 4 à 5 mètres, dont l'une des parois était verticale, tandis que l'autre était assez doucement inclinée, pour qu'il fût facile, à l'aide de quelques coups de hache, d'y tailler un chemin praticable. Nous creusâmes avec le pic dans la paroi verticale une niche assez grande pour recevoir notre balance, et en fixant au moyen de 4 clous un châle sur l'entrée de cette niche, nous pûmes, protégés comme par le voile des photographes, opérer tranquillement nos pesées tout à fait à l'abri du vent. Les tables, chaises, supports et autres meubles nécessaires furent bientôt sculptés à coups de hache dans les parois de glace de notre crevasse, et nous eûmes facilement ainsi une installation aussi pratique que commode pour les opérations que nous avions à entreprendre.

Pour établir solidement les thermomètres sur le glacier, nous avons fait construire un trépied portatif et très-simple. Nous nous permettons de le recommander aux personnes qui pourraient être dans le cas de faire des recherches analogues aux nôtres. Il se compose de trois minces tiges de fer, longues de 45 centimètres et réunies par un anneau. Pour les transporter, ces fiches se réunissent et occupent une place insignifiante; pour les expériences, on écarte ces tiges de manière à donner à l'instrument la forme d'un tétraèdre.

Une seconde pièce en forme d'étoile à trois branches, terminée par de petits anneaux, est alors engagée au milieu de ce tétraèdre, de manière à prévenir l'écartement des fiches si l'une d'elles est exposée à glisser; enfin le thermomètre est attaché d'une part à l'anneau de fer qui réunit les fiches, et, d'autre part, on l'attache au point central de l'étoile. De cette manière, le tout présente un haut degré de solidité; et nous avons constaté plusieurs fois que, par de forts coups de vent, ce système n'éprouvait pas la moindre oscillation.

Pour préserver les thermomètres des rayons du soleil, nous avions une plaque en fer blanc, recourbée, de manière à ce que son angle dièdre fût égal à l'angle obtus qui devait faire, avec un plan horizontal, une des faces du tétraèdre. Sur le glacier du Rhône où l'air était assez vif, et où nous n'avons jamais eu, du reste, un soleil bien ardent, nous avons pu constater que cette plaque ne s'échauffait nullement; par conséquent elle ne modifiait pas la température du thermomètre qu'elle devait protéger. Et si nous avions craint qu'elle rayonnât un peu de chaleur, nous aurions toujours pu obvier à cet inconvénient en l'aspergeant avec un peu d'eau du glacier.

Si les pesées se faisaient à l'abri du vent dans une niche au fond d'une crevasse, il va sans dire que les psychromètres et les bassins de cuivre étaient exposés sur la surface même du glacier; on remplissait ces bassins au commencement de l'expérience, on les pesait, puis on les montait avec soin pour ne laisser tomber ni la moindre parcelle de glace, ni la plus petite goutte d'eau; et à la fin de l'expérience on les descendait avec le même soin pour les peser de nouveau.

Les expériences furent continuées pendant plusieurs jours et faites comme celles de Morges dont il a été parlé plus haut. L'importance de la condensation fut naturellement très-variable, suivant le degré d'humidité de l'air et suivant la force du vent; elle a été au maximum de 360 mètres cubes d'eau par heure et par kilomètre carré de glacier, mais elle est descendue jusqu'à zéro quand l'humidité était assez faible pour que la température à laquelle l'air aurait été saturé s'approchât de la température de la glace.

En faisant nos réserves pour les modifications qu'entraine l'état d'agitation de l'atmosphère, nous croyons être au-dessous de la vérité en estimant la valeur horaire de la condensation à environ :

0mm 050 quand la température de saturation est	1°
0, 100	2°
0, 150	3°

Or une condensation dont la valeur horaire est de 0mm 150 signifie que pendant une heure il s'est déposé à la surface du glacier 150 gram-

mes d'eau par mètre carré, ou 150 mètres cubes d'eau par kilomètre carré.

Quand il en serait ainsi pour les 1,000 kilomètres carrés de glaciers et de neiges éternelles que le bassin du Rhône possède en amont du lac Léman, le dépôt de la rosée contribuerait à son alimentation pour 150,000 mètres cubes d'eau par heure; et pour le débit du Rhône à Lyon c'est une quantité encore bien plus considérable, à cause des glaciers de Chamouny qui alimentent l'Arve, et qui ne figurent donc pas dans les 1,000 kilomètres carrés indiqués.

On peut dire par conséquent, qu'une notable fraction de l'eau qui s'écoule dans les fleuves qui sortent des glaciers n'est pas tombée en pluie ou en neige dans le bassin d'alimentation, mais s'est déposée sur la glace à l'état de rosée.

Comme conséquence de ce qui précède, on peut prévoir que la surface d'un glacier dessèche l'air. C'est, en effet, ce qui a été constaté par les observations hygrométriques que nous avons faites en même emps près de notre crevasse et à l'hôtel que nous habitions, situé à 600 mètres du bord du glacier. En réalité, un glacier enlève à l'air son humidité comme le ferait un étang d'acide sulfurique ou une montagne de chaux vive.

C'est ce qui explique la rapide dessication des habits mouillés et des aliments que tous les ascensionnistes ont constaté sur les glaciers; c'est ce qui frappa Agassiz et ses compagnons pendant leur séjour sur le glacier de l'Aar, il y a une quarantaine d'années.

S'il en est ainsi de nos jours, à plus forte raison cette action desséchante devait-elle être considérable à l'époque où des glaciers autrement importants que les glaciers actuels recouvraient une grande partie de l'Europe. Cette action devait s'étendre au loin et dessécher à un haut degré l'air des contrées voisines. C'est un élément dont il y a à tenir compte quand on s'occupe de la faune et de la flore de cette époque.

Il nous a paru intéressant de prouver directement l'action desséchante de la glace sur l'atmosphère quand celle-ci se trouve dans des circonstances hygrométriques convenables, c'est-à-dire quand la tension de la vapeur y excède 4^{mm} 60; ce qui est la tension de la vapeur dans un espace dont la température est 0° et qui est saturé d'humidité.

A cet effet, le 14 janvier 1871, à Morges, dans une salle dont la température était de 12° 5, nous avons pris un vase cylindrique en verre, qui avait 0^{m}, 13 de diamètre et 0^{m}, 20 de hauteur, il contenait par conséquent 2,65 litres. Une petite planche fut placée comme couvercle, et à cette planche furent suspendus deux thermomètres, pour faire sychromètre, et un petit linge mouillé; un linge pareil, coupé aup

même morceau et en apparence mouillé à un degré égal, était placé dans une autre partie de la salle. Au fond de la cloche de verre, nous plaçâmes des morceaux de glace, qui formaient une couche épaisse de $0^{m},02$ à peu près.

Voici l'état hygrométrique de l'air contenu dans le vase de verre, à partir de 11 heures 10, heure du début de l'expérience :

HEURE	THERMOMÈTRE		HUMIDITÉ	
	SEC	HUMIDE	ABSOLUE	RELATIVE
			mm	mm
11 10	12°4	12°3	10 60	0 99
11 25	9 8	9 7	8 92	0 99
12 »	7 2	5 7	5 98	0 79
12 45	7 0	4 9	5 26	0 70

La diminution de la quantité d'humidité est évidente, surtout par la diminution de la tension de la vapeur. Elle est sensible même sur l'humidité relative, et cependant, à mesure que la température baissait dans la cloche, l'humidité relative aurait dû augmenter, si la quantité de vapeur qui y était contenue était restée la même.

Quant au linge placé dans le vase de verre, à 12 h. 45 m., bien que encore un peu humide, il était cependant beaucoup plus sec que celui qui était resté suspendu dans la salle.

Et, bien que je n'en aie pas fait l'expérience, je suis convaincu que, surtout lorsqu'il fait très-chaud et très-humide, on dessécherait un espace en y mettant de l'eau froide ; l'action desséchante cesserait seulement, lorsque la température de l'eau se serait élevée assez pour être égale à celle que l'air devait avoir pour être saturé par l'humidité qu'il contiendrait encore.

Une autre conséquence de la condensation de la vapeur sur les glaciers est la chaleur latente développée par cette condensation, chaleur qui doit augmenter la fusion de la glace. Ainsi, à température égale, un courant d'air humide hâtera la fusion d'un glacier beaucoup plus que ne pourrait le faire le même courant d'air s'il était sec.

La condensation de l'humidité atmosphérique à la surface des corps gelés explique l'importance des neiges de l'hiver pour l'alimentation des sources. En effet, il est d'expérience et de tradition chez les agriculteurs qu'après un hiver neigeux, les sources sont abondantes et bien nourries ; qu'après un hiver pluvieux, par contre, elles tarissent beaucoup plus vite. Ce fait est facile à expliquer : l'eau qui tombe en pluie ne

pénètre pas en totalité dans le sol, une certaine quantité reste à la surface et se réduit en partie en vapeur. L'eau qui tombe en neige est, dans nos climats du moins, dans des conditions bien différentes. Tant que le thermomètre est au-dessous de zéro, elle se trouve le plus souvent dans les conditions de l'évaporation ; mais la capacité hygrométrique de l'air étant très-faible aux basses températures, cette évaporation est peu considérable. Aussitôt que le thermomètre s'élève au-dessus de zéro, et que la neige commence à fondre, elle est généralement, au contraire, dans les conditions de la condensation qui peut être très-forte et compenser rapidement la quantité d'eau que l'évaporation a enlevée.

C'est ce que prouvent les observations suivantes faites lors d'une chute de neige qui a eu lieu à Morges, en décembre 1870 :

Du 3 au 13 décembre, nous avons eu une première série de jours froids et secs coupés par les chutes de neige des 3, 4 et 8 décembre; pendant ce temps, la surface de la neige s'est constamment maintenue au-dessous de zéro. Puis du 13 au 16 décembre, une seconde série de jours chauds et humides, pendant lesquels le dégel et la fonte ont marché avec une grande rapidité.

Voyons maintenant ce qu'ont produit ces circonstances hygrométriques sur les phénomènes de l'évaporation et de la condensation.

Nous avons opéré suivant le principe des expériences faites au glacier du Rhône. Seulement, comme la température était en somme assez basse, nous avons pu laisser nos bassins pleins de neige exposés à l'air pendant une longue suite d'heures, et obtenir ensuite des moyennes plus sûres que celles données par des expériences qui auraient duré une demi-heure ou une heure. Ces expériences ont été faites sur une fenêtre exposée en plein nord, et protégée par un angle de maison contre l'action du vent, en particulier du vent du Midi. Cette circonstance explique en partie les valeurs très-faibles que nous avons trouvées pour la condensation et l'évaporation.

Du 5 au 16 décembre, nous avons fait trente-cinq pesées différentes, qui nous ont servi à étudier les phénomènes hygrométriques pendant la série des douze jours. Nous en groupons les résultats dans le tableau suivant, qui indiquera en résumé les sommes des principales valeurs par nous obtenues. Nous emploierons les notations usitées jusqu'à présent, en donnant, en fraction de millimètres, la hauteur d'eau évaporée ou condensée pendant un temps donné; une deuxième colonne donnera la valeur horaire de l'évaporation ou de la condensation. Le signe négatif placé devant ces chiffres indiquera qu'il y a eu évaporation, le signe, positif condensation.

DÉBUT		FIN		HAUTEUR D'EAU TOTALE ÉVAPORÉE OU CONDENSÉE	VALEUR HORAIRE DE L'ÉVAPORATION OU DE LA CONDENSATION
JOUR	HEURE	HEURE	JOUR		
				mm	mm
5 décemb.	8 h. 40 mat.	8 décemb.	8 h. mat.	— 0,907	— 0,012
8 d°	8 h.	9 d°	2 h. 40 soir.	— 0,187	— 0,009
9 d°	2 h. 40 soir.	13 d°	0 h. 05	— 0,902	— 0,010
13 d°	0 h. 05	16 d°	6 h. 55 mat.	+ 2,062	+ 0,031

Donc du 5 au 13 décembre, en 196 heures, il s'est évaporé une hauteur d'eau de $2^{mm},068$, ce qui donne comme moyenne horaire de l'évaporation $0^{mm},010$.

Du 13 au 16 décembre, en 67 heures il s'est condensé $2^{mm},062$, ce qui donne une moyenne horaire de condensation de $0^{mm},031$.

La valeur de la condensation a été ainsi 3 fois plus forte que celle de l'évaporation; et, en 67 heures, elle a rendu à la neige, à $0^{mm},024$ près, la quantité d'eau que l'évaporation lui avait enlevée en 196 heures.

Si nous calculons l'épaisseur de neige enlevée par l'évaporation, en prenant 85 kilogrammes pour le poids d'un mètre cube de neige fraîche, nous trouvons que les $2^{mm},086$ d'eau qui ont été évaporés en huit jours correspondent à une épaisseur de neige de $0^{m},025$, ce qui confirme le proverbe populaire : *La bise mange la neige.*

Tel est le résultat d'une série de jours qui, en somme, ont été secs et éminemment favorables à l'évaporation. Mais si, dans des circonstances météorologiques analogues, le sol avait reçu de l'eau de pluie au lieu de recevoir de la neige, il n'y aurait pas eu de condensation; car tandis que la température de la neige ne peut pas s'élever au-dessus de zéro, la température de cette eau aurait été la même que celle de l'air ambiant, et l'évaporation aurait été bien plus considérable.

M. le Dr Ch. BRAME

De Tours.

SUR L'ÉTAT UTRICULAIRE DE L'EAU.

— *Séance du 23 août 1878* —

CONCLUSIONS

1° L'eau à zéro émet de la vapeur, au moment de sa solidification; elle vapeur est augmentée par l'aspiration : c'est cette vapeur qui produit des tubes dans l'eau distillée, exposée à la température de zéro ou

au-dessous; dans les mers polaires, au moment de la solidification de l'eau, il y a formation d'abondants brouillards.

2° Si l'on condense cette vapeur par des lames de verre refroidies, on observe dans le dépôt tous les phénomènes que présente l'état utriculaire.

3° Sur les vitres, l'eau condensée en petite quantité, peut prendre l'état utriculaire, caractérisé par des dendrites arrondies, entourées de cyclides simples, combinées ou conjuguées.

4° Sur la paroi de grands bocaux, l'eau en nappe, forme des tubes, mélangés de cristaux, ces tubes témoignent du dégagement de la vapeur, au moment de la cristallisation.

5° La cristallisation en feuilles de fougère que l'eau affecte fréquemment peut être rapportée aussi à un état utriculaire antérieur.

6° Des grêlons observés par divers auteurs et par moi-même indiquent aussi la préexistence de l'état utriculaire.

7° J'ai établi dans plusieurs travaux antérieurs que les nuages et les brouillards étaient, à l'état vésiculaire, composés d'une enveloppe molle ou solide (contenant) et de vapeur d'eau condensée (contenu).

8° L'état mou de l'eau semble prouvé par diverses observations.

9° Les formes régulières de la neige montrent bien aussi l'état utriculaire qui les a engendrées. De plus, Bravais, au Mont-Blanc, a observé des cristaux de givre formés par des hexaèdres incomplets et le polymorphisme de l'eau est un argument qui paraît sans réplique, pour démontrer l'état utriculaire préexistant.

10° Les formes irrégulières de l'eau ne peuvent être convenablement expliquées qu'en admettant un état utriculaire antérieur.

M. Ed. HAGENBACH

Professeur de physique à l'Université de Bâle (Suisse).

SUR LA PHOSPHORESCENCE DU SPATH-FLUOR.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. Hagenbach expose le résultat de ses recherches sur la phosphorescence du spath-fluor.

Il a étudié la phosphorescence produite par la chaleur. La lumière passagère produite ainsi, varie beaucoup de couleur : Elle change avec le temps dans le même cristal, et elle est différente dans des échantillons différents.

Mais si on fait l'analyse spectrale de cette lumière, on reconnaît que le spectre en est toujours formé de neuf bandes, et les mesures effectuées dans des circonstances très-variées, montrent que *leur position* est toujours la même. Il n'en est pas de même de leur intensité relative : elle varie dans des limites assez étendues. C'est ce qui explique la différence des couleurs que présentent les divers échantillons de spath.

La phosphorescence produite par l'illumination du spath, et non par la chaleur, et observée avec le phosphoroscope de M. E. Becquerel, produit un spectre différent du précédent : il est formé de dix bandes qui n'ont aucune relation avec les neuf bandes du spectre provenant de la phosphorescence produite par la chaleur.

Enfin, la fluorescence, qui se produit seulement sous l'influence de la lumière, n'appartient pas à quelques variétés de spath-fluor. Elle est violette, et donne un spectre continu qui ne ressemble en rien à ceux dont on vient de parler.

M. l'Abbé GODEFROY

Professeur de sciences au Petit Séminaire de La Chapelle-Saint-Mesmin

SUR UNE MODIFICATION DU MICROPHONE DE HUGHES.

— *Séance du 23 août 1878.* —

Le microphone de Hughes se compose, comme on le sait, d'une tige cylindrique en charbon terminée en pointe à chacune de ses extrémités et supportée par deux godets en charbon auxquels se relient les deux fils venant de la pile.

Cette disposition est sujette à un inconvénient sérieux : le cylindre de charbon s'arc-boute contre les godets qui le maintiennent, et ne peu plus dès lors osciller aussi librement; il faut, pour rendre à l'instrumen sa sensibilité, le frapper de temps en temps avec une petite tige.

Ce défaut a été reconnu dès le début par tous les expérimentateurs, et, pour y remédier, ils ont imaginé plusieurs appareils plus ou moins pratiques.

M. Hughes lui-même a remplacé le cylindre par une plaque presque verticale qui s'appuie légèrement contre une autre plaque taillée en biseau : il n'y a plus d'arc-boutement, mais le contact est trop considérable et la sensibilité est diminuée.

D'autres suspendent un petit morceau de charbon à l'aide de fils, mais ils obtiennent ainsi trop de sensibilité, parce que le moindre mouve-

ment extérieur, la moindre parole prononcée font cesser brusquement le contact, et l'on entend dans le téléphone récepteur, non plus le bruit que l'on veut étudier, mais un bruit de ferrailles fort désagréable dû aux étincelles d'induction qui éclatent entre les charbons : en un mot, ces instruments ont une sensibilité très-grande ; mais par trop inégale.

J'ai imaginé une disposition très-simple, d'ailleurs, qui m'a permis d'avoir un instrument très-sensible et d'une sensibilité constante.

La voici :

Le cylindre de charbon est assez gros : un centimètre de diamètre, au moins; sa longueur est de 5 à 6 centimètres.

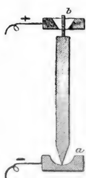


Fig. 41.

La partie inférieure *a* est conique et s'appuie sur un godet en charbon comme dans l'instrument classique.

L'extrémité supérieure est terminée par un petit cylindre *b* d'un millimètre de diamètre qui est logé librement dans une cavité conique. Cette cavité est creusée dans l'épaisseur d'un cylindre de charbon, en communication avec l'un des pôles de la pile.

Le cylindre s'appuie supérieurement sur le tranchant de cette cavité, et, comme il est presque vertical, la pression est très-faible : d'ailleurs, le contact étant réduit théoriquement à un point, dans n'importe quelle position ; cette pression est constante.

Un de ces instruments, que j'ai construit moi-même d'une façon assez grossière, m'a donné des résultats curieux et surprenants.

Voici deux exemples qui prouvent sa sensibilité :

On entend dans le téléphone récepteur le tic-tac d'une montre placée non pas sur le microphone, mais à deux et même trois centimètres de cet instrument sur la table qui le supporte. Les paroles prononcées à voix presque basse à une distance de 4 à 5 mètres de l'instrument ont été entendues distinctement à 150 mètres de là dans le téléphone récepteur : mais je ferai remarquer que cette expérience n'a pas toujours réussi aussi bien, parce que le moindre éclat de voix se traduisait souvent par un bruit métallique tellement intense que l'on ne distinguait plus les syllabes.

Voici, maintenant, quelques preuves de la constance dans la sensibilité de cet instrument.

Je ferai d'abord remarquer qu'il fonctionne toujours bien et qu'on n'a jamais besoin de le régler en tapant sur le cylindre de charbon, comme cela est nécessaire dans les autres systèmes. Mais j'appelle surtout l'attention sur l'expérience suivante que j'ai répétée plusieurs fois avec succès et toujours en présence de nombreux témoins.

Une personne jouait de la flûte à un mètre environ du microphone; l'air joué était entendu *de tous les points d'une salle* située à 150 mètres de là.

Les sons arrivaient nettement, sans rien perdre de leur timbre. On jouait cependant des airs variés, dans des tonalités très-différentes; l'instrument rendait tout avec la même délicatesse. Avec le microphone ordinaire, certaines notes seules auraient été entendues avec cette intensité, et encore un arc-boutement n'aurait pas tardé à se produire.

Le son d'un harmonium, situé à 4 mètres de distance, était également bien transmis, seulement le timbre était un peu modifié et se rapprochait de celui d'une boîte à musique.

Je me suis servi constamment, dans ces expériences, d'une pile au bichromate dont le liquide était déjà en partie décomposé et, cependant, j'avais soin de n'enfoncer le zinc que d'un millimètre au plus.

Les courants utilisés étaient donc très-faibles; et, cependant, les résultats obtenus étaient remarquables par leur intensité.

En résumé, cet instrument, bien qu'imparfait encore, semble constituer le modèle le plus pratique par la constance de sa sensibilité. Il offre d'ailleurs un autre avantage qui a son importance; on peut le monter et le démonter instantanément sans modifier en rien la position des cubes de charbon : Pour le démonter, il suffit de soulever légèrement le cylindre, de l'incliner par le bas, puis de le tirer obliquement de haut en bas; pour remonter l'instrument, on opère en sens inverse.

M. H. DUFET

Agrégé préparateur à l'École normale supérieure.

SUR LA VARIATION DES INDICES DE RÉFRACTION DANS LES MÉLANGES DE SELS ISOMORPHES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 24 août 1878.* —

M. H. DUFET expose devant la section des recherches sur la variation des indices de réfraction dans les mélanges de sels isomorphes.

Il a étudié les propriétés optiques de mélange de composition chimique connue et a trouvé dans ces propriétés une continuité remarquable. Ses recherches ont principalement porté sur des mélanges de sulfates de magnésie et de nickel. Il est arrivé à la loi expérimentale suivante : les différences entre les indices d'un mélange de deux sels isomorphes et ceux des sels com-

posants sont en raison inverse des nombres d'équivalents des deux sels qui entrent dans le mélange. Il montre que cette loi de la variation de l'indice d'un mélange peut être considérée comme une conséquence de la loi de M. Gladstone sur la constance de l'énergie réfractive spéciale dans les mélanges. D'où résulte cette conséquence que, jusqu'à un certain point et à un certain degré d'approximation, les sels isomorphes, en cristallisant ensemble, forment des mélanges analogues à des mélanges liquides, dont les propriétés physiques sont les moyennes des propriétés des corps composants.

M. SCHRADER

Ancien Directeur de classe de la Société philomathique de Bordeaux.

FORMES SIMPLES A DONNER AU MICROPHONE.

— *Séance du 24 août 1878.* —

M. le Dr Ch. BRAME

De Tours.

SUR LES COULEURS PROPRES DES OBJETS.

— *Séance du 24 août 1878.* —

CONCLUSIONS.

1° Les couleurs propres des objets sont produites par une couche transparente ou translucide, plus ou moins ombrée ou bien superposée à un fond opaque, plus ou moins brun ou noir (*).

2° Le blanc est produit par des particules translucides, trop divisées, pour laisser apercevoir les ombres et par conséquent les reflets intérieurs.

3° Le noir est produit par l'accumulation de l'ombre ou du bleu, dans une matière, à fond opaque.

4° Le bleu du ciel, des glaciers, des mers et des lacs bleus, etc., est produit par l'ombre qui s'engendre, dans ces diverses circonstances et qui est recouverte par une couche transparente, plus ou moins épaisse.

(*) D'où je conclus l'accord de la théorie, avec celle des contrastes de M. Chevreuil et avec celle des couleurs, dites complémentaires.

5° En s'ombrant par suite de superpositions partielles des images de la source lumineuse, dans l'intérieur du prisme, le jaune primitif ou protogénique produit le brun, puis le rouge et le bleu. De la combinaison de ces couleurs, ainsi définies, résultent les autres couleurs et les rayons obscurs.

6° C'est par des réfractions et des réflexions successives et particulières qui superposent en partie les images de la source lumineuse, que s'engendrent les sept rayons du spectre solaire et des autres spectres lumineux, ainsi que les couleurs de l'arc-en-ciel.

7° L'explication des raies du spectre se rattache à la théorie précédente et aussi aux résultats des clivages par la voie humide qui mettent à nu la structure du verre (*).

8° De tout ce qui précède, je me crois autorisé à dénommer la nouvelle théorie des couleurs : Théorie des ombres colorées.

M. H. SEBERT

Chef d'escadron d'artillerie de la marine, au Ministère de la marine.

APPAREIL DESTINÉ A FAIRE CONNAITRE LA LOI DU MOUVEMENT DE RECUL DES BOUCHES A FEU ET CELLE DU MOUVEMENT DU PROJECTILE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 24 août 1878.* —

M. le commandant SEBERT présente un appareil destiné à faire connaître la loi du mouvement de recul d'une bouche à feu et celle du mouvement du projectile dans l'âme de la pièce.

Pour connaître la loi du mouvement du recul d'un affût, on communique ce mouvement à un ruban d'acier dont la face supérieure est recouverte de noir de fumée. Pendant ce mouvement, une plume d'acier fixée à un électro-diapason de M. Mercadier, perfectionné par M. M. Desprez, inscrit une ligne sinusoïdale qui marque le temps avec une grande exactitude : on en peut déduire les espaces parcourus par le ruban d'acier et, par suite, par l'affût auquel il est invariablement lié. On peut aussi en déduire les vitesses successives, et, connaissant le poids de l'affût, la pression exercée à chaque instant sur le fond de l'âme de la pièce, en faisant abstraction des résistances passives.

Pour transformer cet appareil en chronographe, pour mesurer la durée du trajet des projectiles soit dans la pièce même, soit au dehors, il suffit de faire

(*) Ch. Brame. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (année 1853). Lettre à Babinet sur les corps solides.

enregistrer par des électro-aimants très-sensibles, tels que ceux que M. M. Desprez appelle des *signaux électro-magnétiques*, placés à côté de l'électro-diapason, l'instant où le projectile arrive au bout de la pièce, ou traverse des cadres-cibles convenablement disposés.

M. le commandant Sebert indique quelques-uns des résultats qu'il a obtenus avec cet appareil relativement très-simple et très-précis.

M. Ch. MONTIGNY

Membre de l'Académie Royale de Belgique.

SUR LE SCINTILLOMÈTRE

— *Séance du 26 août 1878.* —

Depuis plusieurs années, le phénomène de la scintillation des étoiles est l'objet de recherches suivies de la part de M. Ch. Montigny. Il se sert, pour ce genre d'études, d'un scintillomètre de son invention qu'il a fait voir et expliqué aux auditeurs.

Cet instrument est adapté à l'avant et très-près de l'oculaire d'une lunette astronomique de 77 millimètres d'ouverture. Il a pour objet de faire décrire une circonférence parfaite dans le champ de celle-ci, par l'image d'une étoile vers laquelle la lunette est dirigée, et cela, par la même raison qui fait qu'un charbon incandescent trace une courbe lumineuse dans l'air si on le déplace rapidement.

Le scintillomètre se compose essentiellement d'une lame circulaire de verre épais, de 47 millimètres de diamètre, montée obliquement, sous un angle de 17°, en avant de l'oculaire de la lunette, sur un axe de rotation parallèle à l'axe de figure de celle-ci. Cette lame de verre est mise en mouvement circulaire par un mécanisme placé en dehors de la lunette, qui permet de régler et de calculer exactement le nombre de révolutions que la lame accomplit en une seconde de temps. Comme le faisceau des rayons lumineux qui convergent vers l'oculaire de la lunette, par l'effet de l'objectif, traverse obliquement la lame de verre avant d'arriver à l'oculaire, dans toutes les positions que celle-ci prend autour de son axe de rotation, il en résulte que l'image d'une étoile vers laquelle la lunette est dirigée, décrit une circonférence de cercle dans le champ de cet instrument.

Quand l'étoile ne scintille pas, cette circonférence forme un trait continu présentant la teinte de l'étoile. Mais si celle-ci scintille, cette courbe se fractionne en arcs teints de vives couleurs, variant rapidement,

et parmi lesquelles brillent ordinairement le rouge, l'orangé, le jaune, le vert, le bleu et parfois le violet, selon les caractères de la scintillation. Un micromètre adapté à l'oculaire de la lunette permet d'évaluer le nombre des arcs colorés qui fractionnent la circonférence décrite par l'image stellaire. On déduit ainsi la quantité de variations de couleurs qui caractérisent l'intensité de la scintillation de l'étoile en une seconde de temps, en tenant compte de la durée d'une révolution de la lame de verre autour de son axe de rotation.

Le nombre des changements de couleurs que l'étoile accuse ainsi en une seconde, à une distance zénithale donnée, doit être ramené au nombre qui aurait caractérisé la scintillation du même astre à 60° de distance zénithale, également en une seconde, à l'aide d'un procédé de calcul qui repose sur une loi trouvée par M. Ch. Dufour, de Morges.

M. Montigny a appliqué sa méthode d'observation à l'étude de deux questions essentiellement distinctes : l'une a trait aux rapports existants entre les intensités respectives de la scintillation des principales étoiles et la constitution de leur lumière d'après l'analyse spectrale, et l'autre a pour objet l'application de l'observation de la scintillation à la *prévision* du temps.

A l'égard de la première question, M. Montigny est arrivé à cette conclusion importante :

Les étoiles dont les spectres sont caractérisés par des bandes obscures et des raies noires scintillent moins que les étoiles à raies spectrales fines et nombreuses, et beaucoup moins que celles dont les spectres ne présentent que quelques raies principales.

Pour cette étude délicate, M. Montigny s'est appuyé sur les travaux les plus récents du P. Secchi et sur les belles observations spectroscopiques faites, en Angleterre, par MM. Huggins et Miller.

Il explique les différences dont il s'agit en faisant remarquer : 1° que les rayons lumineux diversement colorés, provenant d'une même étoile, sont séparés d'abord par dispersion dans l'atmosphère, avant de se réunir dans l'œil ou la lunette de l'observateur ; 2° que ces rayons présentent entre eux des lacunes qui correspondent aux raies ou aux bandes que l'on observe dans le spectre de l'étoile. Ces lacunes existant entre les trajectoires des rayons stellaires sont d'autant plus nombreuses, plus larges et plus obscures que les raies ou les bandes sont elles-mêmes plus nombreuses, plus larges et plus obscures. On conçoit alors que la scintillation sera moins fréquente pour une étoile à zones spectrales larges et d'une obscurité marquée, puisque les effets de réfraction, de réflexion totale et d'interférence s'exerceront sur un nombre moindre de rayons lumineux.

M. Montigny a produit à l'appui de cette explication des dessins

représentant des faisceaux de rayons stellaires traversant notre atmosphère, et que sillonnent, suivant leurs directions, des lacunes plus ou moins nombreuses et plus ou moins larges, selon le type spectral auquel appartient l'étoile dont les rayons émanent.

Il a fait voir également d'autres dessins qui se rapportent à la seconde question, celle de l'application de la scintillation à la prévision du temps.

M. Montigny indique d'abord à ce sujet que l'approche de la pluie est annoncée, non-seulement par l'intensité de la scintillation, celle-ci étant notablement plus forte sous l'influence de la pluie que sous celle de la sécheresse, mais aussi par les différences de caractères que présente le trait circulaire décrit par l'image de l'étoile scintillante dans la lunette munie du scintillomètre. Ce sont ces différences que représentait la seconde série de dessins, et que nous allons résumer brièvement.

Quand l'atmosphère est calme et sereine, qu'il fasse chaud ou froid, le trait circulaire décrit par l'image stellaire est étroit, parfaitement régulier dans sa forme et nettement limité sur ses bords. Ses variations de couleurs s'étalent sur une circonférence parfaite ; seulement, les teintes sont plus vives et plus nombreuses quand il fait froid.

Lorsque le temps se prépare à la pluie, ou lorsqu'elle est déjà survenue, le trait circulaire est plus épais, moins net sur ses bords et devient diffus ; souvent alors il perd de la régularité de sa forme circulaire, en présentant des ondulations plus ou moins fréquentes.

Dans un temps plus troublé, ces irrégularités sont encore plus accusées, et les bords du trait décrit par l'image stellaire sont alors plus ou moins frangés.

Enfin, quand l'atmosphère est profondément troublée par le passage ou même par l'approche d'une bourrasque, les arcs colorés, alors très-nombreux, sont eux-mêmes fractionnés, soit par les nuances des mêmes teintes plus ou moins vives, soit par des rétrécissements partiels du trait frangé dans le sens de son épaisseur. Alors le trait est qualifié de *perlé* ou de *pointillé*, parce qu'il présente, jusqu'à un certain point, l'apparence de perles ou de points brillants disposés, avec plus ou moins de régularité, suivant son contour.

M. A. ROSENSTIEHL

SUR LA DÉFINITION ET LA CLASSIFICATION DES COULEURS.

— *Séance du 29 août 1878.* —

I. Dans le langage vulgaire, le mot « *couleur* » est employé dans des sens différents. Il signifie tantôt « matière colorante », tantôt il désigne la *sensation* spéciale que nous éprouvons à la vue de cette dernière. La distinction entre les deux sens du mot « COULEUR » doit être nettement établie et c'est dans la dernière acception seulement qu'il sera employé ici. Ce qui provoque en nous la sensation de la couleur, c'est une partie de la lumière incidente qui est diffusée par l'objet coloré; une autre portion se trouve éteinte par le corps.

Déterminer la portion renvoyée à notre œil, c'est définir la couleur de l'objet.

II. La solution du problème est simple, si la lumière éclaire un corps de même couleur qu'elle. La partie éteinte et celle qui est réfléchie sont alors de même nature que la lumière incidente. Dans ce cas, la couleur de l'objet ne diffère de celle de la lumière que par son intensité, et l'on conçoit que cette différence puisse être exprimée par un rapport numérique.

Quand la couleur de l'objet est autre que celle de la lumière qui l'éclaire, le problème est plus compliqué. La portion éteinte par le corps n'est pas de même nature que celle qui est réfléchie par lui.

Cette dernière se compose de deux parties : une portion de lumière incidente inaltérée et la portion des éléments colorés de cette lumière, qui n'a pas été éteinte.

La somme de ces deux portions produit en nous la sensation lumineuse et constitue la couleur propre de l'objet.

Cette somme est variable, toutes choses égales d'ailleurs, avec la nature de la lumière incidente. D'où il résulte que la couleur ne peut être définie que par rapport à la lumière qui éclaire l'objet.

Définir une couleur, c'est donc exprimer le rapport entre la qualité et la quantité de la lumière qui éclaire un corps coloré à la qualité et la quantité de cette lumière qu'il renvoie à notre œil.

Or, il n'existe aucune commune mesure entre la lumière incidente inaltérée et les rayons colorés qui la composent ; de là dans l'état actuel de la science, une difficulté insurmontable à définir scientifiquement une couleur.

III. Pour faire comprendre cette difficulté, je choisis un exemple et je suppose le problème résolu. Soit un cercle divisé en trois secteurs.

Je colore l'un d'eux de manière à lui faire émettre tous les rayons de même couleur contenus dans la lumière blanche qui éclairerait un secteur de même angle; puis, tous les rayons rouges de même réfrangibilité. Le deuxième est éclairé par la lumière incidente incolore. Je choisis la matière de ce secteur telle que toute la lumière qui tombe sur elle soit intégralement renvoyée à l'œil.

Le troisième secteur ne sera pas éclairé; je le suppose d'un noir absolu.

En mettant ce système en rotation rapide autour de son centre, la vision des trois secteurs se confondra en une seule sensation, qui, si l'on a convenablement choisi les secteurs, pourra être identique avec celle que produit la vue d'un objet dont il s'agit de définir la couleur.

Cette dernière se trouvera ainsi analysée dans une expérience qui fournit quatre données.

1) La désignation de la couleur spectrale d'où dérive celle du corps.

2) L'angle du secteur coloré par elle, ce qui donne la mesure de sa quantité.

3) L'angle du secteur éclairé par la lumière incolore.

Enfin 4) l'angle du secteur absolument noir.

IV. Dans l'expérience telle que je viens de la concevoir, j'ai pris comme unité de mesure de la lumière colorée, la quantité de lumière de même couleur, qui est contenue dans le même faisceau qui éclaire l'objet; cette couleur pouvant être simple ou composée de deux couleurs spectrales (cas qui se présente pour les intermédiaires entre le rouge et le violet).

Le moyen que je viens d'employer permettrait de définir avec une grande rigueur scientifique la couleur de tous les corps de la nature, s'il était réalisable.

Mais nous ne possédons pas de procédé qui permette d'isoler de la lumière qui éclaire un objet tous les rayons de même couleur. Les instruments d'optique employés pour décomposer la lumière donnent lieu à de grandes pertes de cette dernière, sans que cette perte puisse être mesurée.

Nous ne connaissons. de même, aucun corps qui renvoie intégralement toute la lumière incidente.

V. Il faut donc renoncer à chercher la définition scientifique de la couleur des objets de la nature, et se contenter d'une solution approximative.

Elle consiste à employer comme unité de mesure de la lumière colorée, la quantité de cette lumière réfléchie par une matière colorante, et comme unité de mesure de la lumière incolore, celle réfléchie par une substance franchement incolore elle-même.

On n'exprime plus ainsi la couleur d'un objet par le rapport de ce qu'il émet à ce qu'il reçoit ; on se contente de la comparer à la portion de lumière de même nature réfléchie par un autre corps, servant de type de comparaison.

VI. Maxwell (*) est le premier qui ait employé les disques rotatifs pour comparer la couleur des objets visibles à des types de couleurs, et à représenter le résultat de cette expérience par des chiffres. Il a pris comme terme de comparaison la couleur de trois matières colorantes qui sont : le vermillon, le vert émeraude et l'outremer. Il cherche par tâtonnements les angles des secteurs de ces trois couleurs qui reproduisent le gris normal par la rotation du système. Puis, retirant l'un des trois secteurs, il lui substitue un secteur coloré par la couleur à classer, et détermine pour ce nouveau système l'angle des secteurs qui produisent le gris normal.

Il obtient ainsi une deuxième équation qui lui donne :

1) La position de la couleur dans le cercle chromatique.

2) Son coefficient de pureté.

Cette méthode est excellente, en ce qu'elle résout facilement et avec peu de types, le côté analytique de la question, et nous allons nous en servir avec certaines modifications pour trouver la place d'une couleur dans le cercle chromatique. Mais la méthode de Maxwell ne nous permet pas de reproduire synthétiquement la couleur des objets ; or, c'est précisément cette reproduction qui constitue le trait caractéristique du présent travail.

VII. Pour réaliser cette synthèse, j'emploie un disque couvert de trois secteurs, dont l'un est coloré d'une couleur franche, l'autre est blanc, le dernier est absolument noir. Quand ce système est mis en rotation rapide, les secteurs différents ne peuvent plus se distinguer ; le tout paraît coloré d'une manière uniforme. La couleur résultante peut être comparée à celle de l'objet qu'il s'agit de classer à l'aide d'un disque plus petit que l'on place au centre du premier, de manière à n'en couvrir qu'une partie. Elle apparaîtra sous forme d'un anneau entourant le petit disque.

Pour réaliser l'expérience que je viens d'esquisser, il faut :

1) Un petit disque couvert uniformément par l'objet dont il s'agit de classer la couleur.

2) Un secteur à angle variable, d'un noir absolu.

3) Un secteur d'un blanc parfait.

4) Une collection de secteurs colorés de diverses couleurs franches.

VIII. Dans la plupart de ces cas, je n'ai rencontré aucune difficulté à me procurer l'objet lui-même découpé, sous forme d'un disque mince pou-

(*) Experiments on colour as perceived by the eye. (Transactions of the Royal Society of Edinburgh, vol. XXI, p. 275-298, 19 mars 1855).

vant servir directement. Tels sont les divers bois de placage et les étoffes teintes ; s'il est agi d'objets très-divisés, comme les cheveux, par exemple, je les ai fait coller sur du papier en couche unie, par un dessinateur en cheveux ; enfin, si l'objet lui-même ne se prête pas à l'expérience, j'en ai fait copier la couleur par un peintre, sur une feuille de papier fort dans lequel j'ai découpé le disque à l'aide d'un emporte-pièce.

IX. Le noir absolu est représenté par un orifice circulaire percé dans une caisse tapissée intérieurement de velours noir ; l'axe de la toupie traversant la caisse de part en part, vient aboutir normalement au centre de l'orifice.

C'est sur cet axe que se fixent les secteurs de papier blanc ou coloré.

X. La lumière blanche est obtenue par du papier peint en blanc avec du sulfate de baryte précipité.

Je considère ce corps comme réellement incolore; j'ai acquis cette conviction par sa comparaison avec une nappe de neige fraîchement tombée et éclairée par un ciel uniformément couvert; selon les incidences sous lesquelles j'ai regardé le papier peint avec du sulfate de baryte, je l'ai vu plus gris ou plus blanc que la neige, mais jamais il ne m'a paru coloré et il ne s'est produit aucun contraste de couleur. Le papier, comme la neige, était d'un blanc mat.

Cette matière est, en outre, inaltérable à l'air et me paraît aussi pour cette raison bien choisie pour représenter la lumière blanche.

Il est inutile de dire qu'aucun produit de l'industrie que nous sommes habitués à considérer comme blanc, ne l'est en réalité. Les étoffes et le papier, quelque soin que l'on ait mis à les blanchir, la porcelaine la plus pure, présentent toujours une couleur propre, quand on les compare, soit à la neige, soit au papier enduit de sulfate de baryte.

XI. En plaçant devant l'orifice noir, et dans son plan, un secteur incolore sur l'axe que l'on met en rotation rapide, il se produit un gris, parfaitement neutre, qui est défini par l'angle du secteur blanc ayant servi à le produire. Ce gris est d'autant plus rapproché du noir, que le secteur est d'un angle plus petit. On conçoit qu'il soit possible en tout temps et en tout lieu, de reproduire le même gris, avec la même disposition d'appareil, si l'on a soin d'opérer à la lumière diffuse du jour.

Par cette expérience il se trouve donc défini avec une rigueur et une précision qui ne laissent rien à désirer.

XII. Si la représentation d'un gris à l'aide d'un chiffre est possible, parce que l'on peut partout reproduire le noir absolu et le blanc qui ont servi, il n'en est plus rigoureusement ainsi pour la couleur, avec un même degré d'exactitude. Ici le concours des matières colorantes est indispensable, or nous ne rencontrons pas chez elles le caractère d'invariabilité qui caractérise le sulfate de baryte; les soins mis à leur

fabrication, l'épaisseur de la couche, leur degré de division ont trop d'influence sur leur couleur. On ne peut donc pas les considérer comme des types, qui pourraient être les mêmes en tout temps et en tout lieu.

C'est pour ce motif que je propose de prendre pour unités, non pas des matières colorantes, mais des surfaces dont la coloration a été fixée une fois pour toutes, par convention. Le premier cercle chromatique de M. Chevreul réalise ce desideratum avec une rare perfection. Ce cercle est formé par une suite continue de 72 couleurs franches, toutes équidistantes à la vue, et en outre, prises à la même hauteur de ton. Il constitue un point de départ des plus précis et des plus logiques pour une classification des couleurs.

Malheureusement pour l'usage étendu que l'on pourrait en faire, il n'en existe qu'un seul exemplaire, représenté par des écheveaux teints, et qui est conservé aux Gobelins.

Mais il ne serait pas impossible de le reproduire sur tissus, et de le mettre ainsi dans le commerce. Le besoin de définir et de classer nettement les couleurs se fait de plus en plus sentir, à mesure que la fabrication des matières colorantes progresse et que les arts décoratifs entrent de plus en plus dans le domaine de l'industrie; il n'est donc pas trop téméraire d'espérer que le jour où ce desideratum pourra se réaliser n'est pas trop éloigné.

XIII. N'ayant pas à ma disposition le cercle chromatique original, et désirant mettre de l'unité dans mon travail, j'ai eu recours à la copie chromo-lithographiée, faite par M. Digeon, et qui se trouve dans le commerce. J'en possède un exemplaire réussi, que M. Chevreul a bien voulu me permettre de comparer en sa présence à l'original.

Nous avons constaté qu'au point de vue de la nuance, les deux cercles concordent parfaitement, sauf de petites divergences dans le vert-bleu que je signalerai dans un travail plus étendu.

La différence principale porte sur la pureté des couleurs; tandis que dans le cercle chromo-lithographié les orangés sont très-vifs, ils sont rabattus dans le cercle original et inversement les verts et les bleus sont plus francs dans ce dernier. Ces différences tiennent à la nature des matières colorantes qui ont dû être employées; l'original étant exécuté sur laine et la copie sur papier. Mais malgré cette différence de pureté des couleurs, les normes de même numéro se correspondent bien, quant à la nuance, dans les deux cercles.

Quand, dans la suite de ce travail, je nommerai une couleur franche, d'après la place qu'elle occupe dans le cercle chromatique de M. Chevreul, il demeure entendu qu'il s'agit de la copie chromo-lithographiée qui est dans le commerce et non du cercle original qui est aux Gobelins.

XIV. Les termes de comparaison, dont je me servirai, étant ainsi fixés, voici comment j'énonce le problème à résoudre pour définir et classer la couleur d'un objet :

1) Déterminer le nom de la couleur franche du premier cercle chromatique, d'où dérive la couleur de l'objet.

2) Trouver l'angle du secteur coloré de la couleur franche, de même que

3) Celui du secteur blanc, qui par leur rotation devant l'orifice noir, reproduisent exactement cette couleur.

J'ai préparé d'avance une collection de papiers peints, représentant les couleurs du premier cercle chromatique, et par des expériences préliminaires j'ai cherché pour chaque « norme » le numéro de la couleur complémentaire qui lui correspond dans le même cercle. Ceci est fait une fois pour toutes. Je ne reviendrai pas ici sur le mode opératoire qui a été décrit dans le *Journal de physique*, t. VII, p. 7 (Janvier 1878).

XV. S'il s'agit de classer une couleur, je commence toujours par déterminer sa complémentaire, ce qui indique à quel numéro elle correspond dans le cercle chromatique.

Je note 1) l'angle du secteur de la complémentaire qui reproduit avec elle de la lumière blanche, 2) l'angle du secteur blanc qui mesure cette dernière.

Je répète la même expérience avec les « normes » du cercle chromatique qui lui correspondent, et je compare les résultats numériques.

A partir de ce moment, quatre cas peuvent se présenter :

Premier cas. L'angle du secteur de la couleur à classer est *plus petit* que l'angle du secteur du « *norme* ».

L'angle du secteur blanc est quelconque.

Deuxième cas. L'angle du secteur de la couleur à classer est *plus grand* que celui du « *norme* », l'angle du secteur blanc est quelconque.

Troisième cas. L'angle du secteur de la couleur à classer est le *même* que celui du « norme », la différence réside uniquement dans l'angle du secteur blanc.

Quatrième cas. L'angle du secteur de la couleur à classer est *le même* que celui du « norme »; l'angle du secteur blanc est aussi *le même*.

Dans ce qui va suivre, je vais discuter chaque cas et si l'intérêt le commande citer des exemples.

PREMIER CAS.

XVI. Ce cas se réalise quand la couleur à classer est plus franche que celle qui lui correspond dans le premier cercle; ceci a lieu pour un grand nombre de matières colorantes artificielles créées dans ces derniers temps.

Je citerai comme exemple le bleu d'aniline, que je vais comparer au bleu qui lui correspond dans le premier cercle de M. Chevreul.

J'ai opéré avec de la laine teinte avec la marque 6B de la maison A. Poirrier à Paris.

L'expérience montre que ce bleu est complémentaire du 2ᵉ jaune. Les données numériques de l'expérience sont :

Un secteur de 201° de bleu d'aniline reproduit avec un secteur de 159° du 2ᵉ jaune, un gris qui est représenté par un secteur blanc de 113°. . . . . (1).

Ce 2ᵉ jaune est complémentaire du 4ᵉ bleu, qui lui-même donne la relation numérique suivante :

2) 226° du 4ᵉ bleu + 134° du 2ᵉ jaune = 102° de blanc (2.) Le 2ᵉ jaune sert ainsi de commune mesure aux deux surfaces bleues, et par un simple calcul de proportion on trouve que le bleu d'aniline émet 1,35 fois plus de rayons colorés que la même surface du « norme » qui est ici le 4ᵉ bleu.

La couleur du bleu d'aniline étant la plus franche des deux, il n'est pas possible de la reproduire par synthèse à l'aide du disque rotatif.

Pour la définir, il faut se contenter du coefficient 1,35 qui la caractérise.

Je fais observer que la couleur du 4ᵉ bleu pourrait être reproduite avec des secteurs de bleu d'aniline. On arriverait à ce résultat en employant :

Bleu d'aniline 267°.
Blanc 18°.
Noir absolu 75°.

Je donnerai plus loin un exemple du calcul à l'aide duquel on détermine l'angle des secteurs nécessaires à la synthèse.

XVII. La couleur à classer ne pouvant être reproduite synthétiquement parce que le type de comparaison est trop peu éclatant, ne devrait-on pas le remplacer par une couleur plus franche?

Ce serait logique, en effet.

Mais différentes raisons s'y opposent.

D'abord, on découvre tous les jours de nouvelles matières colorantes, qui sont de plus en plus belles, et qui éclipsent les anciennes, et rien ne nous indique quand nous aurons atteint la limite. Si l'on voulait prendre comme terme de comparaison, celle qui est actuellement la plus franche, il faudrait changer fréquemment les types.

Ensuite ces matières artificielles, qui donnent des couleurs si vives, sont le plus souvent très-instables et ne pourraient, pour ce motif, se conserver sans altération.

Enfin il est bon que les diverses « normes » qui composent le pre-

mier cercle chromatique soient, autant que faire se peut, également franches; or, l'équilibre serait sans cesse rompu, si on substituait à quelques-unes d'entre elles des types plus vifs.

Il est donc, dans l'état actuel des choses, logique de conserver le premier cercle chromatique, tel qu'il a été établi par M. Chevreul. Toutes les couleurs y sont régulièrement espacées, et à la vue, à la même hauteur de ton; elles sont, en outre, exécutées avec des matières colorantes qu'une longue expérience a désignées comme les moins altérables.

DEUXIÈME CAS.

XVIII. Je choisis comme exemple de la cretonne, colorée par du cachou qui a été déposé par voie d'impression.

La couleur du cachou est une couleur « rompue », comme disent les artistes; elle est « rabattue », dans le langage de M. Chevreul.

Pour savoir de quelle couleur franche elle dérive, je cherche sa complémentaire parmi les normes relatifs du premier cercle, à l'aide du disque rotatif.

Cette expérience montre qu'elle est complémentaire du 1er vert-bleu; elle dérive en conséquence du 5e orangé.

Les données numériques sont :

300° de cachou + 60° du 1er vert-bleu = 25 de blanc (1).

D'autre part on a trouvé :

52° du 5e orangé + 308° du 1er vert-bleu = 68° de blanc (2).

D'après ces données, où le 1er vert-bleu sert de commune mesure, la pureté de la couleur du cachou est à celle du 5e orangé comme 0,033 est à l'unité.

XIX. Mais il est bien plus intéressant d'exprimer ce rapport d'une autre manière.

La couleur du cachou étant moins vive que celle du 5e orangé, peut être reproduite par synthèse optique, en mettant en rotation rapide un secteur coloré et un secteur blanc, d'angles convenables, devant l'orifice noir. Les angles de ces secteurs peuvent être calculés d'après les données des équations (1) et (2).

La marche générale du calcul est la suivante :

Substituer aux 300° du cachou de l'équation (1) un secteur du 5e orangé et un secteur blanc tels qu'avec les 60° du 1er vert-bleu on reproduise le gris obtenu dans l'équation (1) et qui est défini par un secteur blanc de 25°; puis ramener à 360° les chiffres obtenus.

L'angle du secteur coloré est représenté par :

$$\frac{52 \times 60}{308} = \quad {}^{\circ}1$$

Le calcul de l'angle du secteur blanc n'est pas aussi simple. Le chiffre de cet angle est une différence. Il faut déduire des 25° de la lumière blanche reproduite par le couple cachou et 1er vert, le chiffre de l'angle du secteur qui représente la lumière blanche reproduite par le couple équivalent de 5e orangé et de 1er vert bleu.

Ce chiffre est représenté par :

$$\frac{68 \times 70,1}{360} = 13,2$$

Il reste donc pour la lumière blanche provenant des 300° de cachou.

$$25° - 13°,2 = 11°,6$$

Les 300° de cachou peuvent donc être remplacés par :

Un secteur du 5e orangé de. .	10°,1
Un secteur blanc.	11°,6
Un secteur de noir absolu . .	278°,3
Total. . . .	300°.

En ramenant à 360° on trouve :

5e orangé	12°,3
blanc.	13°,9

L'expérience directe donne :

5e orangé. . . .	12°
blanc	14°

XX. Je constate que la concordance entre l'expérience et le calcul est ⸱s plus satisfaisantes; je l'invoque comme une preuve que dans le ouvement de rotation, qui est le moyen de mesure que j'emploie, aume lumière ne se perd ni ne se modifie physiquement. Tout se passe gulièrement, en opérant le mélange des sensations à l'aide des dises rotatifs, et les résultats peuvent être soumis au calcul.

Le cas que j'ai examiné ici, celui où la couleur à classer est moins nche que celle du « norme, » est le plus fréquent, et à ce titre il nandait à être traité avec développement; les deux autres qui vont vre sont plutôt des cas particuliers.

TROISIÈME CAS.

XI. L'angle du secteur de la couleur à classer est le *même* que celui « norme »; la différence réside uniquement dans l'angle du secteur ıc.

'ai rencontré cette circonstance rarement; aussi, pour donner plus

d'intérêt à l'examen que j'en vais faire, est-il nécessaire de remplacer l'énoncé par la proposition suivante :

Les couleurs qui ont même complémentaire et qui reproduisent des quantités différentes de lumière blanche, avec des secteurs égaux de cette complémentaire, dérivent toutes d'un *secteur coloré de même angle.*

Sous cette forme plus générale, l'énoncé ne s'applique plus seulement aux « normes, » mais à toutes les couleurs qui en dérivent, c'est-à-dire à celles qui sont moins franches qu'elles.

On réalise synthétiquement ce cas en plaçant devant l'orifice noir un secteur coloré d'un angle que je représente par a et en y adjoignant successivement des secteurs blancs dont l'angle pourra varier depuis 0, limite inférieure jusqu'à ($360^{\circ} - a$) limite supérieure.

On constatera que l'aspect de ces couleurs dérivées varie considérablement selon que la couleur génératrice est mêlée plus ou moins de lumière blanche. Celles où cette dernière est totalement absente sont particulièrement belles; elles paraissent les plus vives et les plus colorées. Dans la plupart des cas, la couleur obtenue en faisant tourner le secteur coloré devant l'orifice noir est si foncée, qu'il est impossible de la reproduire avec des matières colorantes; tandis que si on y introduit de la lumière blanche, on obtient des tons qui sont plus clairs, mais qui surtout paraissent moins colorés. Pour comprendre cette différence d'aspect, il ne faut pas perdre de vue qu'une lumière colorée, quelque vive qu'elle soit, n'est qu'une fraction de la lumière blanche incidente. Cette dernière agira donc plus vivement sur l'œil que la lumière colorée dont l'impression sera affaiblie d'autant; tandis que le noir, qui est l'absence totale de la lumière, laissera briller la couleur, quelque petite qu'en soit la quantité, dans tout son éclat, sans rien y ajouter qui puisse nuire à son impression sur l'œil.

XXII. Quoique l'aspect des couleurs, dérivant d'un secteur coloré de même angle, soit si différent, selon la quantité de lumière blanche que l'on y mêle, ces couleurs sont toutes chromatiquement équivalentes, c'est-à-dire qu'à surface égale elles émettent la même quantité de lumière colorée. Pour s'en assurer, on n'a qu'à déterminer l'angle de leur complémentaire commune qui reproduit avec chacune d'entre elles la lumière blanche.

Cet angle est pour toutes rigoureusement le même.

Nous sommes ainsi revenus à notre proposition première dont l'exactitude est démontrée expérimentalement, et j'invoque cette concordance comme une nouvelle preuve que le mouvement de rotation des secteurs produit le mélange des sensations sans occasionner de perte, ni de lumière blanche, ni de lumière colorée.

Je tire encore une conclusion de l'examen que je viens de faire ; c'est celle-ci :

Pour définir une couleur, il ne suffit pas de donner l'angle du secteur coloré qui peut l'engendrer ; il faut aussi indiquer l'angle du secteur blanc.

QUATRIÈME CAS

XXIII. La couleur à classer et le « norme » correspondant, donnent avec leur complémentaire commune les mêmes résultats numériques.

Cet énoncé peut se remplacer par la proposition suivante plus générale :

Si, comme dans le 3^e cas, l'angle de la complémentaire commune à plusieurs couleurs est le même pour toutes, et que de plus les quantités de lumière blanche reproduite sont les mêmes, *alors ces couleurs sont identiques entre elles*.

Cette proposition paraît évidente par elle-même. Il est utile de la formuler cependant, car elle possède une certaine valeur pratique. L'œil, il est vrai, juge très-bien sans le concours d'aucun instrument, si deux couleurs sont identiques ; mais à une condition, c'est que la nature des objets colorés soit aussi identique. Si cette condition ne se trouve pas réalisée, il est difficile de se prononcer sur l'identité de deux couleurs ; l'état de la surface des objets trouble le jugement et la comparaison devient impossible avec précision ; il suffit de rappeler l'aspect caractéristique de la laine, de la soie, du coton, du papier, des plumes, du bois, etc.

Avec les disques rotatifs, cette difficulté disparaît ; le mouvement de rotation efface l'influence des surfaces, et ne laisse plus subsister que la sensation de la couleur.

XXIV. L'expérience par laquelle on reproduit la couleur d'un objet, par la rotation rapide de secteurs est une des plus belles que l'on puisse réaliser avec les disques rotatifs. On est surpris de l'apparence identique de l'objet coloré et de l'anneau concentrique formé par les secteurs en rotation, cet effet étant obtenu par des moyens si différents et souvent avec des matières si différentes :

A la circonférence, nous avons trois espèces de secteurs, l'un coloré, l'autre blanc, en papier tous les deux, et le troisième est formé par l'absence totale de lumière et de matière. Au centre ce sont des disques pleins formés des matières les plus diverses telles que le papier, le tissu de coton, de soie, du velours, du bois, etc.

Cette identité d'aspect prouve que notre œil, en présence d'une sen-

sation complexe, n'a conscience que de la sensation unique résultante, qu'il ne possède nullement la faculté de décomposer en ses éléments.

XXV. Ce n'est pas ici le lieu de donner les résultats du classement que j'ai fait d'une foule de couleurs employées dans l'industrie de l'impression sur tissus ; je me contenterai de présenter un petit tableau qui renferme les dérivés d'une seule et même couleur, celle du 5e orangé.

	Angle du secteur coloré.	Angle du secteur blanc.
La couleur du noir de fumée peut être reproduite par.	1°	14°
Un cachemire noir pour deuil.	2°	8°
Les cheveux bruns les plus foncés que j'aie pu me procurer.	5°	5°
Cheveux bruns moins foncés mais que l'on rencontre le plus fréquemment . . .	11°	10°
Cachou vapeur imprimé sur cretonne. .	12°	14°
Cheveux d'un roux bien caractérisé . .	45°	5°
Bois d'acajou non verni.	71°	8°
Couleur chair	180°	180°

Dans cette même série et entre les mêmes limites se placent un grand nombre de nuances que l'on rencontre très-fréquemment dans les étoffes destinées à l'habillement et à l'ameublement, et que l'on désigne dans l'industrie sous le nom collectif de « couleurs mode ».

XXVI. Je me suis étendu ailleurs sur les conséquences philosophiques de ce fait, qu'un grand nombre d'objets dont les arts savent nous entourer dans un but d'utilité ou pour la décoration, possèdent une couleur qui dérive physiquement de la même couleur spectrale que le teint de la race blanche et la couleur des cheveux.

Je me borne à faire remarquer ici combien une méthode rigoureuse de classifications des couleurs est propre à faire saisir entre les objets de nature diverse, des rapports que l'on était loin de soupçonner, rapports qui fournissent des documents à ceux qui cherchent à ramener aux propriétés physiologiques de notre œil, le jugement que nous portons sur la beauté d'une association de couleurs.

M. MERGET

Professeur, à Lyon.

SUR LA SENSIBILITÉ PHOTOCHIMIQUE DES SELS DE PLATINE ET DE PALLADIUM.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 26 août 1878.* —

M. Merget indique les recherches qu'il a faites sur la sensibilité photochimique des sels de platine et de palladium. Les sels de platine en dissolution sont infiniment peu réductibles par la lumière ; mais ils le deviennent beaucoup par suite de simples modifications physiques. M. Merget montre qu'il suffit pour cela ou bien de mélanger du chlorure de platine avec du carbonate de chaux ou une poudre inerte, ou bien de tamponner la surface du papier qu'on veut sensibiliser avec une éponge imbibée d'oxyde de zinc. De telle sorte que pour obtenir des photographies avec du chlorure de platine, même en dissolution faible, il suffit : 1° de produire une sorte de *grain* dans le papier à sensibiliser en le tamponnant avec l'éponge imbibée de blanc de zinc ; 2° d'étaler le chlorure avec un chiffon, sans précaution, et même en opérant à la lumière diffuse pourvu qu'on opère un peu vite. Le papier est alors sensibilisé et permet d'obtenir des épreuves positives à la manière ordinaire. Le fixage des épreuves se fait ensuite très-simplement avec un peu d'eau acidulée. Et il est à remarquer que ces photographies sont absolument indélébiles.

Les sels de palladium sont naturellement assez sensibles : on opère avec eux comme avec les sels de platine, ou bien on mélange le chlorure de palladium avec du perchlorure de fer. Le papier sensibilisé par ce mélange étant impressionné par la lumière, on n'a qu'à le tremper dans l'eau pour révéler l'image, le perchlorure de fer passant à l'état de protochlorure qui réduit le chlorure de palladium. Ces papiers imprégnés de ce mélange de chlorure constituent un papier hygrométrique très-sensible. M. Merget indique l'application qu'il en a faite à l'étude du mécanisme de l'évaporation par les feuilles.

M. Léon REDON

Chimiste-pharmacien de l'Hospice de la Guillotière, à Lyon.

BALANCE DE HAUTE PRÉCISION.

— *Séance du 26 août 1878.* —

Cette balance n'a pas de couteaux, le plus habile ouvrier ne peut les faire en ligne droite ; toute absence de ligne droite absolue détermine

un plan (oscillation difficile), je les ai supprimés et les ai remplacés par des pointes acier ou agathe (deux pointes déterminent une ligne droite). Ces pointes sont ogivales, très-camuses pour leur laisser une grande résistance.

Les pointes reposent au moment de la pesée dans des creux en agathe ou acier dont la section est la cycloïde pour avoir la plus grande stabilité.

Le fléau est très-fort, très-résistant; il est formé de deux flasques évidées dans certaines parties (légèreté), réunies par des tubes et des vis avec écrous formant entre-toises; d'où légèreté réunie à la rigidité la plus absolue du fléau, comme aucun fléau n'en possède étant autrement construit.

Le centre de gravité est déplacé pour les besoins de la sensibilité sans rotation de la masse régularisatrice ; elle ne tourne pas, elle monte et descend parallèlement à elle-même sans tourner sur le centre et l'axe de la balance. Un tout petit écrou molleté, placé sur la vis, permet en le tournant d'élever ou abaisser la masse sans la faire tourner, la vis est aplatie et n'est taraudée que sur deux côtés perpendiculaires à l'axe.

Le trou de la masse est formé par un carré long parallèlipipédique.

Les pointes peuvent se mouvoir de haut en bas, celles des supports des plateaux sont sur des chariots mobiles fixés, arrêtés très-solidement malgré la mobilité que leur donnent les vis, celles-ci agissant en entrant par leurs pointes dans des trous du support chariot.

Il résulte de ces dispositions, sensibilité exquise, justesse la plus grande, force et inflexibilité absolue.

Je munis du reste ma balance de tous les perfectionnements connus, outre ceux que j'ai fait breveter.

M. l'Abbé VALETTE

Curé aux Trois-Pierres, Membre de la Société havraise d'études diverses.

SUR UNE NOUVELLE FORME DE MICROPHONE.

— Séance du 26 août 1878. —

Les microphones actuellement existants me paraissant difficiles à régler, j'ai imaginé une nouvelle disposition qui me semble plus pratique.

Un morceau de bois d'acacia de 12 centimètres de haut est tourné

de façon que le bas serve de pied et la partie supérieure de petite table pour supporter les objets qui doivent produire un bruit.

Entre ces deux extrémités se trouve compris un disque en bois, percé d'un trou au milieu. Dans le trou de ce disque est fixé verticalement un tout petit disque en charbon de cornue, de 1 centimètre 1/2 de diamètre et de 2 millimètres d'épaisseur; les faces de ce disque sont très-légèrement concaves. Devant chaque face de ce disque vient se présenter un cône de charbon de cornue de très-faible hauteur, 1/2 centimètre et de même base que le disque. Ces petits cônes, fixés à une patte en cuivre, peuvent avancer ou reculer, selon qu'on tourne plus ou moins une vis qui butte sur leur patte; le réglage est ainsi très-facile : il suffit de serrer ou de desserrer les vis pour que l'appareil atteigne tel ou tel degré de sensibilité. Ce microphone m'a donné des résultats analogues à ceux de M. Hughes.

Un phénomène qui n'a pas été, je le crois du moins, cité par M. Hughes ni par d'autres physiciens qui se sont occupés de cette question, m'a paru digne de fixer l'attention. C'est que, lorsqu'on serre doucement les vis de réglage, il arrive un moment où le contact est d'une délicatesse presque infinie, alors les sons ne se transmettent pas, mais on entend dans le téléphone récepteur comme un sifflement continuel, quelque chose comme un fluide qui jaillirait entre les contacts imparfaits des cônes de charbon. Le temps m'ayant manqué pour élucider cette question, j'appelle sur ce point intéressant l'attention des chercheurs.

M. BOUVET

Ingénieur, à Paris.

SUR LA DÉCOMPOSITION DE L'EAU PAR LA PILE ET LA LIQUÉFACTION DES GAZ.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 27 août 1878. —

M. BOUVET a déduit de nombreuses expériences les deux lois suivantes : la décomposition de l'eau par un courant est indépendante de la pression ; la quantité d'électricité nécessaire pour décomposer un même poids d'eau est sensiblement la même, quelle que soit la pression à laquelle on opère.

Il en résulte l'application possible des gaz oxygène et hydrogène obtenus ainsi sous pression : 1° comme source de froid, à l'aide de compressions assez faibles ; 2° pour produire des explosions plus violentes que celles que produit

même la nitroglycérine, et sans danger par suite de la facilité qu'il y a à décomposer l'eau par la pile à de grandes distances, et par suite de ce que le résultat de l'explosion est un corps inoffensif, la vapeur d'eau.

Examinant à ce propos la question des moyens de production économique de l'électricité, M. Bouvet estime que le meilleur sera sans doute la transformation de la chaleur en électricité par l'intermédiaire des piles thermo-électriques.

M. HERMARY

Capitaine d'artillerie.

SUR LE BAROMÈTRE ABSOLU DE MM. HANS ET HERMARY.

— *Séance du 27 août 1878.* —

Un thermomètre à air (d'une manière plus générale, un thermomètre quelconque dont le réservoir contient une certaine quantité de gaz) subit à la fois l'influence de la température et celle de la pression extérieure ; pourvu que cette pression soit transmise à la masse gazeuse dont le thermomètre indique les variations de volume. Un thermomètre à liquide, au contraire, n'est influencé d'une manière sensible que par les variations de température. La comparaison de ces deux instruments permet donc de déterminer les variations de la pression atmosphérique.

Divers essais ont été tentés en vue de l'application de ce principe, mais ils ont rencontré des difficultés pratiques.

Les inventeurs du *Baromètre absolu* pensent avoir résolu le problème d'une manière satisfaisante comme il suit :

1° Ils ont remplacé le calcul, qui est habituellement nécessaire pour obtenir la mesure de la pression, par une opération matérielle très-simple qui est la traduction exacte d'une construction géométrique et qui peut être exécutée instantanément par n'importe quel observateur ;

2° Ils ont apporté dans la construction du thermomètre à air des dispositions nouvelles qui font que ce thermomètre devient un instrument facile à transporter et d'une durée qui paraît à peu près indéfinie.

PRINCIPE GÉOMÉTRIQUE DE L'INSTRUMENT.

Un thermomètre ordinaire A et un thermomètre à air B ont leurs tiges disposées parallèlement (fig. 42).

Dans le thermomètre B, la masse qui se dilate comprend une partie gazeuse, et elle peut comprendre en outre une partie liquide ; les indications de ce thermomètre donnent la somme des variations de volume des deux parties.

Si la température varie seule, les lignes droites ab, $a'b'$..... qui joignent les extrémités des colonnes thermométriques aux températures t, t'..... passent toutes par un même point P, parce que les allongements de ces colonnes sont proportionnels dans les deux thermomètres qui sont supposés placés dans le même milieu.

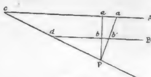


Fig. 42.

Ceci est vrai, quelle que soit la pression; mais le point P change avec la pression et décrit un certain lieu; si ce lieu est tracé d'avance et convenablement gradué, il suffira de déterminer son intersection avec une droite, telle que $a\ b$, pour obtenir la valeur de la pression. On aura donc un baromètre.

Ce qui précède suppose seulement que les liquides et le gaz se dilatent toujours de quantités proportionnelles. Si on admet en outre la loi de Mariotte (et, par suite, la constance du coefficient de dilatation du gaz) on trouve que le lieu est une ligne droite.

En effet, soit $c\ d$ la ligne droite qui joint les extrémités des colonnes lorsque la température est telle que le volume de l'air est nul (0 absolu). Cette droite reste la même quelle que soit la pression; c'est donc le lieu cherché.

Cette démonstration semble supposer que les lois physiques invoquées sont vraies au delà des limites entre lesquelles elles ont pu être vérifiées. Mais les déductions auxquelles on est conduit en raisonnant sur des lois hypothétiques sont applicables aux phénomènes physiques, pourvu que l'on tienne compte de l'écart qui peut exister entre les lois admises et la marche réelle des phénomènes dans les conditions où l'on opère. Or, dans les conditions de température et de pression dans lesquelles se font habituellement les observations barométriques, la loi de Mariotte et les lois de Regnault sur la dilatation des gaz se vérifient avec une exactitude remarquable. On est donc autorisé à appliquer le théorème à la construction d'un baromètre.

D'ailleurs, on peut démontrer ce théorème sans passer par la considération du zéro absolu, et cela, de beaucoup de manières. On peut recourir aux procédés de l'analyse ou à ceux de la géométrie supérieure (faisceaux homographiques).

DESCRIPTION DE L'INSTRUMENT.

Type primitif. — La figure 43 et la légende qui l'accompagne montrent suffisamment les dispositions qui ont été adoptées pour la création du premier type.

Voici en quoi consiste l'opération matérielle qui est la traduction de la construction géométrique dont il a été question :

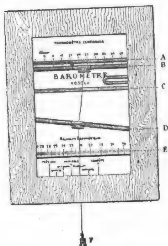


Fig. 43. — A. Thermomètre ordinaire ; B. Tige portant un curseur à aiguille, à ce curseur est attaché un fil ; C. Thermomètre à air, voir le paragraphe consacré à sa description ; D. Tige dont l'axe représente le lieu des points P ; un curseur glisse le long de cette tige ; il porte sur sa face postérieure une patte percée d'un trou pour le passage du fil ; E. Échelle barométrique ; F. Poids tendant le fil.

1° Déplacer un curseur de manière que l'aiguille qu'il porte vienne affleurer l'extrémité de la colonne du thermomètre ordinaire ;

2° Déplacer un deuxième curseur de manière que le fil qui le traverse vienne affleurer l'extrémité de la colonne du thermomètre à air.

Cela fait, on lit la hauteur barométrique en regard de la partie verticale du fil, sur une échelle tracée vers le bord inférieur du cadre.

Le fil ne passe pas par l'extrémité de la colonne du thermomètre ordinaire, mais il est attaché en un point du curseur dont le déplacement est égal et parallèle à l'allongement de la colonne. Cela suffit pour que le théorème soit applicable.

Ce sont des motifs relatifs à la construction qui font que l'échelle barométrique, au lieu d'être tracée sur le lieu des points P, a été transportée sur sa projection.

Nouveau type. — Dans un type plus récent, certaines dispositions de l'instrument ont été modifiées comme le montre la figure 44.

Le fil, en sortant du curseur inférieur, vient passer par un point fixe et la lecture se fait sur une graduation circulaire.

Le déplacement des curseurs s'obtient par l'intermédiaire d'un système mécanique à l'aide de deux boutons placés sur le cadre de l'instrument. Comme il n'est plus nécessaire de toucher aux curseurs pour consulter le baromètre, cette disposition a permis de placer les parties essentielles de l'appareil sous une glace qui les protège.

En assujettissant le fil à passer par un point fixe, les inventeurs avaient d'abord pour but de faciliter les observations à bord des navires qui sont à peu près impossibles avec le 1er type. Mais ils ont obtenu en même temps un autre avantage qui, il est vrai, intéresse moins les savants que les gens du monde qui consultent le baromètre pour la prévision du temps : il s'agit de la correction relative à l'altitude.

Dans le nouveau type, l'échelle barométrique qui est tracée suivant un

cercle, est formée de divisions à peu près égales (voir le théorème qui suit), de sorte qu'il a été possible de placer en regard de cette échelle une deuxième graduation portée par un secteur mobile que l'on déplace suivant l'altitude du lieu. Par suite, l'instrument donne, d'une part, d'une manière exacte, la hauteur barométrique absolue ; d'autre part, d'une manière approximative, cette hauteur corrigée de l'influence de l'altitude (*).

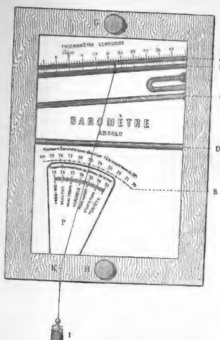


Fig. 44. — A. Thermomètre ordinaire; B. Tige portant un curseur à aiguille qui se manœuvre à l'aide du bouton G par l'intermédiaire d'un mécanisme qui est placé à l'intérieur de l'instrument, à ce curseur est attaché un fil; C. Thermomètre à air (Voir le paragraphe consacré à sa description); D. Tige dont l'axe représente le lieu des points P. Un curseur qui se manœuvre à l'aide du bouton H, par l'intermédiaire d'un mécanisme, glisse le long de cette tige ; il porte sur sa face postérieure une patte percée d'un trou pour le passage du fil; E. Echelle barométrique fixe; F. Secteur portant l'échelle barométrique mobile; K. Point fixe par lequel passe le fil; I. Poids tenseur.

Le nouveau type comporte plusieurs modèles. Dans ceux qui sont destinés aux faibles altitudes les thermomètres sont légèrement inclinés. Il sera question de cette particularité dans le paragraphe relatif à la description du thermomètre à air.

THÉORÈMES RELATIFS A LA DISPOSITION DU NOUVEAU TYPE

Soit T, le point d'attache du fil, le curseur étant disposé pour une certaine température.

Soit, pour la même température q, a, b et c, les points où devrait s'arrêter la colonne du

(*) On sait que les constructeurs d'anéroïdes ont pris l'habitude de régler leurs instruments de manière qu'ils donnent la hauteur barométrique modifiée d'une quantité constante qui représente à peu près la correction de l'altitude.

On peut objecter contre cette manière d'opérer que la correction de l'altitude n'est pas constante : elle dépend de divers éléments et principalement de la température de l'air. Mais quand il s'agit de faibles altitudes les variations sont négligeables.

Une autre objection plus grave consiste en ce que beaucoup d'observateurs sont induits en erreur parce qu'ils ne sont pas prévenus de la convention tacite des constructeurs. Le nouveau type du baromètre absolu porte deux échelles qui rendent impossible toute erreur de cette nature.

thermomètre à air aux pressions ∞, $H + h$, H et $H - h$. Il est facile de voir que ces points déterminent des segments en rapport harmonique; en les joignant au point T par des lignes droites, on obtient donc un faisceau harmonique.

Ce faisceau détermine, sur le lieu des points P, dont il a été question précédemment, des points Q, A, B et C qui forment également une division harmonique.

Soit S le point fixe par lequel doit passer le fil SQ, SA, SB et SC, forment également un faisceau harmonique, par conséquent, toute parallèle à SQ, est coupée par les trois autres droites, de telle sorte que les segments interceptés sont égaux.

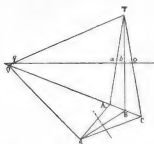


Fig. 45.

Si donc l'échelle barométrique était tracée sur une parallèle à SA, les divisions en seraient égales entre elles.

On fera remarquer en passant que cette propriété facilite singulièrement l'exécution de l'épure par laquelle on détermine les divisions de l'échelle.

Si l'échelle est tracée sur un cercle ayant son centre en S, les divisions seront encore sensiblement égales entre elles dans le voisinage du point où la tangente est parallèle à SQ. Si on fait subir à cette échelle un petit déplacement autour de son centre, les indications du baromètre seront modifiées d'une quantité à peu près constante entre certaines limites.

Tel est le principe géométrique qui justifie le procédé qui consiste à corriger l'influence de l'altitude par le déplacement d'un secteur autour de son centre.

En établissant l'échelle barométrique sur une parallèle à SA, on aurait obtenu un système de réglage plus rigoureux théoriquement, mais moins facile à réaliser pratiquement. Ce système sera mis en pratique dans un modèle qui est à l'étude.

On pourrait encore obtenir un réglage rigoureux en utilisant la proposition que l'on va démontrer. Dans la figure 46 ci-contre, les notations de la figure 45 sont conservées en ce qui concerne les points Q, A, B, C et S, mais on suppose que H a été choisi de telle sorte que SB soit perpendiculaire à SA. Cherchons à déplacer le secteur mobile, non plus autour de son centre, mais d'un mouvement plus général, de manière à modifier les indications de l'échelle d'une quantité constante h, dans toutes ses parties; il est sous-entendu que le fil sera toujours assujetti à passer par le centre du secteur.

Soit S' la nouvelle position du centre : SA sera venu en S'B, et SB en S'C. Par suite de l'hypothèse que SB est perpendiculaire à SQ, on a : ASB = BSC, et par suite : BSC = BS'C. Donc B, C, S et S' sont sur un même cercle. D'autre part, S et S' sont sur deux demi-circonférences ayant respectivement pour diamètre QB et QC. Donc BS et CS' sont deux des cordes communes à trois cercles et elles doivent se couper sur la troisième corde commune qui est, dans ce cas, la droite QR perpendiculaire à AC (c'est la tangente commune aux circonférences ayant QB et QC pour diamètre).

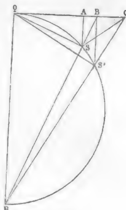


Fig. 46.

Par conséquent, le point S doit rester sur la circonférence qui a pour diamètre QR et le prolongement de SB doit passer constamment par le point R.

Il est facile de voir que les conditions qui définissent ce mouvement peuvent être remplacées par celle-ci : deux droites quelconques liées au secteur mobile et passant par son centre sont assujetties à passer chacune par un point.

RECHERCHES SUR LA CONSTRUCTION DU THERMOMÈTRE A AIR.

L'instrument devant être portatif, les tubes thermométriques devaient être pris parmi ceux qui sont assez étroits mais non capillaires.

Il fallait faire choix d'un liquide pour former la colonne qui devait emprisonner la masse d'air dans le réservoir. Le mercure devait être rejeté parce que, dans les tubes étroits, il donne lieu à des actions de capillarité qui fausseraient les indications. Sa propriété de s'oxyder à l'air était aussi une condition fâcheuse.

Les liquides qui mouillent le verre n'ont pas le même inconvénient que le mercure au point de vue de la capillarité ; les colonnes formées de ces liquides se déplacent sous l'influence de la moindre variation de pression venant d'un côté ou de l'autre, pourvu, bien entendu, que les tubes ne soient pas assez étroits pour donner lieu aux phénomènes des chapelets étudiés par M. Jamin.

Dans les circonstances ordinaires des observations, le liquide devait conserver sa fluidité et ne pas donner de vapeurs sensibles.

Les liquides les plus usuels réunissant les conditions imposées sont certaines huiles fixes non siccatives, la glycérine et l'acide sulfurique.

Les huiles réputées les moins siccatives absorbent néanmoins l'oxygène d'une manière sensible. Ce fait, indiqué par M. Cloëz, a été vérifié comme il suit :

Un baromètre a été construit avec un thermomètre à air dont la colonne était formée d'huile d'amandes. Il a fonctionné régulièrement au moins pendant quelques jours; mais sa comparaison avec un autre instrument a fait reconnaître qu'il montait d'une manière lente mais continue. Cette variation était évidemment due à l'absorption de l'oxygène contenu dans le réservoir.

On pourrait éviter cet inconvénient en ayant recours à l'emploi d'un gaz autre que l'air ; mais ce procédé est peu praticable en dehors des laboratoires.

L'acide sulfurique présente un autre inconvénient qui résulte de sa propriété d'absorber la vapeur d'eau, la glycérine possède la même propriété à un degré moindre. On va voir comment on a réussi à éviter cette difficulté; mais on doit dire d'abord que l'acide sulfurique s'étant montré très-propre à l'usage dont il s'agit, la glycérine n'a pas été expérimentée.

Pour empêcher la colonne d'acide sulfurique de s'allonger en absorbant l'humidité de l'air extérieur, on l'a isolée de l'atmosphère au moyen d'une colonne d'huile qui forme un obturateur mobile transmettant parfaitement la pression. L'absorption de l'oxygène par l'huile n'offre dans ce cas aucun inconvénient tout le temps qu'elle n'altère pas la fluidité du liquide, ce qui n'arrivera qu'après un temps très-long.

Après divers essais, on est arrivé à conclure que la meilleure disposition à donner aux colonnes consistait à les placer dans des tubes en U. On peut ainsi, pour la construction de l'instrument, recourir à l'artifice que les souffleurs de verre mettent en pratique pour achever le remplissage des thermomètres à alcool. Cet artifice consiste à soumettre le thermomètre à air à un mouvement de fronde rapide qui rassemble le liquide dans la courbure de chaque tube en U ; on fait ainsi disparaître très-facilement les index qui se manifestent en dehors des colonnes, soit pendant la construction, soit ultérieurement.

Les tubes en U présentent encore d'autres avantages : les déplacements des colonnes par l'effet des chocs y sont bien moins sensibles que dans les tubes rectilignes ; par suite, les chances de division des colonnes sont moindres; la masse d'air contenue dans le réservoir peut être placée tout entière près du réservoir du thermomètre ordinaire, ce qui assure l'égalité de température.

L'acide sulfurique est coloré au moyen de l'indigo.

En conséquence des raisons qui précèdent, le thermomètre à air est constitué comme l'indiquent la figure ci-contre et la légende qui l'ac-

compagne. Toutefois, la branche de l'U qui se termine par le réservoir n'est pas placée, comme dans la figure, dans le même plan que les

Fig. 47. — A. A. Tube principal sur lequel on observe les mouvements de la colonne; B. Réservoir; C. Tube à huile; D. Extrémité ouverte.

autres parties de l'instrument : elle est recourbée en arrière du tube principal et placée à l'intérieur du baromètre.

Le thermomètre à air doit être placé horizontalement, ou à peu près; sinon, le poids des colonnes intervenant, les déplacements cesseraient d'être proportionnels aux variations de température. Cependant, pour les instruments placés à bord des navires qui peuvent être soumis à des oscillations d'une certaine amplitude il convient peut être de donner une légère inclinaison aux thermomètres de manière que les liquides tendent toujours à se rassembler vers la courbure des tubes en U. On a adopté cette disposition pour les baromètres du nouveau type destiné aux faibles altitudes : l'inclinaison n'est pas assez forte pour ausser les indications d'une manière sen-ible et ces instruments fonctionnent bien.

Il est presque superflu d'ajouter que, ans les transports, il est prudent de pla-r la courbure des tubes en U vers le is.

Pour évaluer la quantité d'air qui se uve emprisonnée dans le réservoir du ermomètre, il suffit d'observer le dépla-ment que subit la colonne pour une ninution de pression donnée. Pour cela se sert avec avantage de l'appareil s simple figuré ci-contre. La dimi-tion de pression est déterminée par une colonne d'eau d'une certaine iteur.

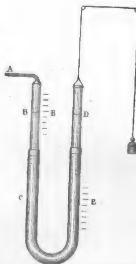


Fig. 48. — A. Tube de caoutchouc pouvant être adapté à l'extrémité ouverte du thermomètre à air; BB. Tube de verre fixe; C. Tube de caoutchouc; D. Tube de verre équilibré par un contrepoids et pouvant être élevé ou abaissé. Extrémité supérieure ouverte; E. E. Echelles ayant leurs zéros au même niveau.

Dans le montage du baromètre, on se réserve la possibilité de déplacer légèrement le thermomètre à air. De sorte que l'instrument peut être mis, après coup, en concordance avec un étalon.

SUR LE DEGRÉ DE PRÉCISION DU BAROMÈTRE ABSOLU.

Le baromètre qui est décrit ci-dessus est fabriqué d'une manière courante par des procédés plus industriels que scientifiques. Néanmoins sa précision est suffisante pour les observations que font les gens du monde en vue de la prévision du temps et pour les observations des stations météréologiques dans lesquelles on ne jugerait pas nécessaire de recourir au baromètre à mercure.

Il donne généralement les variations importantes de la pression à moins de 1 millimètre près et il est sensible aux variations les plus faibles.

On doit éviter de le mettre sous l'influence du rayonnement direct du soleil ou d'un foyer parce que dans ce cas ses différentes parties peuvent s'échauffer inégalement.

La constance de la température est une condition favorable. On ne doit consulter l'instrument que lorsque le thermomètre est stationnaire,

J'ai essayé de construire un instrument plus précis en employant des tubes gradués sur tige et abandonnant la construction géométrique pour revenir à l'emploi du calcul ou d'une table.

Pour assurer l'égalité des températures, j'ai placé les deux thermomètres dans un gros tube en partie rempli d'un liquide.

Il semble que cet instrument pourrait être avantageux pour les ascensions aérostatiques parce qu'il est peu volumineux et facile à transporter; mais il a l'inconvénient de ne pas donner la pression par une lecture directe.

Le seul spécimen exécuté ayant été brisé après un petit nombre d'observations, je ne suis pas en mesure de donner des renseignements certains sur la valeur de cet instrument.

M. VIOLLE

Professeur à la Faculté des sciences, à Grenoble.

SUR UN NOUVEL ACTINOMÈTRE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 27 août 1878. —

M. VIOLLE présente un nouvel actinomètre destiné à mesurer à chaque instant la radiation solaire par la simple lecture de deux thermomètres placés chacun dans une boule de cuivre de 1 décimètre de diamètre. L'une de ces boules est noircie extérieurement, l'autre est dorée.

Des excès de température accusés par les deux boules on déduit immédiatement la valeur actuelle du coefficient de refroidissement de chacune d'elles, et par suite, la grandeur actuelle de l'intensité calorifique du soleil.

L'appareil s'installe une fois pour toutes au soleil, et pourrait facilement donner des indications continues.

Cet instrument n'est pas destiné à remplacer l'actinomètre absolu employé par l'auteur au Mont-Blanc et à Laghouat; mais il permet d'obtenir facilement, et sans manipulation aucune, dans un observatoire météorologique, l'une des données les plus importantes de la physique du globe.

M. Marcel DEPREZ

Ingénieur civil.

MOTEUR ÉLECTRIQUE A VITESSE CONSTANTE.

(EXTRAIT DU PROCES-VERBAL.)

— Séance du 27 août 1878. —

M. M. DEPREZ présente un moteur électrique à vitesse constante. L'auteur a eu pour but principalement d'éviter la difficulté qui se présente avec les régulateurs ordinaires de vitesse, lorsqu'il se produit une variation brusque de la force motrice; on sait qu'alors la régulation est en retard et qu'il en résulte des oscillations à longue période.

Dans le moteur électrique de M. Deprez, qui n'est autre chose qu'une machine de Clarke, fonctionnant par le passage d'un courant dans l'électro-aimant mobile, le régulateur est un fort ressort fixé d'une part à l'axe de rotation et mobile avec lui, terminé d'autre part par une vis de pression qui

s'appuie sur un contact mobile aussi avec l'axe. Le courant électrique passe par la vis et son contact.

Il en résulte que lorsque, par suite de l'accélération du mouvement de rotation, la force centrifuge a atteint une valeur suffisante pour que la vis s'éloigne *infiniment peu* de son contact, le courant est interrompu, la force motrice cesse *immédiatement* d'agir (sauf le retard de désaimantation de l'électro-aimant qui peut être très-petit); la vitesse ne peut plus s'accélérer; la vis revient au contact, et ainsi de suite.

Le moteur ne peut donc pas dépasser une certaine vitesse qui dépend de la tension du ressort, et la conserve dès qu'il l'a acquise. Cette vitesse est d'ailleurs la même quand la force motrice varie dans des limites assez éloignées, et on voit que cette force peut varier brusquement sans qu'il en résulte aucun inconvénient sensible.

M. Silvanus P. THOMPSON

Professeur de physique à University College (Bristol), Membre de la Société de physique de Londres.

SUR DES PHÉNOMÈNES DE L'AUDITION BINAURICULAIRE.

— *Séance du 28 août 1878.* —

1. Dans une série d'expériences, faites à diverses reprises pendant une période de deux ans, sur le sujet de l'audition binauriculaire, je suis arrivé à constater plusieurs faits qui sont d'une haute importance pour le physicien aussi bien que pour le physiologiste. Bien que les méthodes de recherches soient purement physiques et quoique je ne puisse me présenter ni comme un anatomiste, ni comme un physiologiste, les phénomènes que j'ai mis en lumière ont un caractère presque exclusivement physiologique.

2. On peut obtenir une interférence dans la perception des sons; je prouve l'existence de cette interférence, par la simple expérience que je vais décrire. Prenons deux diapasons à l'unisson et chargeons-en un avec un petit morceau de cire de telle sorte qu'il vibre plus lentement. Lorsque ces deux diapasons sont mis en action et placés près l'un de l'autre de manière que leurs vibrations agissent sur l'air qui les environne on a le phénomène bien connu des battements. Si alors, les sons de ces deux diapasons sont conduits séparément aux oreilles, par le moyen de deux tubes de caoutchouc, on entend encore les battements. Ils paraissent exister dans l'intérieur de la tête. On peut les distinguer lors même que chacun des deux sons est trop faible pour être en-

tendu isolément. On les entend également lorsque, par suite d'un rhume, les trompes d'Eustache sont obstruées.

3. *Si deux sons simples à l'unisson atteignent les oreilles dans des phases opposées, la sensation résultante, au lieu d'être localisée dans les oreilles, est localisée dans la nuque*, Il y a plusieurs manières d'observer ce singulier phénomène subjectif : 1° Le son d'un diapason peut être conduit aux deux oreilles par deux tubes dont les longueurs diffèrent d'une longueur d'onde du son employé, de telle sorte que les vibrations produites dans les deux oreilles soient dans des phases opposées ; 2° On peut faire aboutir aux oreilles deux tubes d'égale longueur dont les autres extrémités se terminent dans deux quadrants opposés de l'espace qui entoure un diapason que l'on fait résonner : il y aura encore ainsi une opposition complète de phase ; 3° Deux tubes aboutissant aux oreilles on fait vibrer à leurs extrémités opposées deux diapasons à l'unisson, l'un est maintenu fixe pendant que l'on donne à l'autre un mouvement de rotation lent. Ici, les vibrations arriveront aux oreilles, tantôt en concordance complète, et tantôt dans des phases absolument opposées; 4° Enfin on peut transmettre le son à l'aide d'un téléphone transmetteur et le recevoir à l'aide de deux téléphones de Graham Bell appliqués aux deux oreilles. En effet, si ces téléphones sont placés dans le circuit de manière que le courant traverse leurs bobines dans des sens opposés (les aimants ayant primitivement la même orientation) les diaphragmes exécutent des mouvements inverses.

Ce phénomène a été observé plusieurs fois par les meilleurs expérimentateurs avec le téléphone, et ont été signalés, après que l'auteur du présent mémoire l'eut annoncé, mais indépendamment par sir W. Thomson et par Graham Bell. Avec le microphone de Hughes et une paire de téléphones, l'effet de localisation est très-remarquable.

4. *Cette localisation de « l'image » acoustique subjective est indépendante de la hauteur du son*. On le prouve, pour des sons de toute hauteur et de toute complexité de timbres, par l'emploi des téléphones. Si l'on transmet les sons par des tubes de caoutchouc, la localisation n'est manifeste que pour les sons *simples ;* pour les sons complexes, la différence de longueur qui produit l'opposition de phase pour le son fondamental, ne donne pas lieu au même effet pour tous les sons partiels supérieurs.

5. *On peut employer cette dernière méthode pour l'analyse des sons complexes sans l'intermédiaire des résonnateurs*. En effet, par l'audition binauriculaire, on peut saisir une différence entre deux sons composés pour lesquels les sons partiels auraient mêmes nombres de vibrations et mêmes intensités et qui présenteraient seulement des différences de phase. On remarquera que cette proposition contredit celles d'Helm-

holtz et de Sedley Taylor qui tirent leurs conclusions seulement des effets réunis des deux oreilles et non de leur action séparée.

6. *Quand la différence de phase de deux tons est incomplète, la sensation est localisée partiellement à la nuque.* Cet effet est complexe; il est difficile de le décrire avec exactitude.

7. *Si la différence de phase est complète, mais que les deux sons aient des intensités inégales, « l'image acoustique » au lieu d'être au milieu de la nuque est plus rapprochée de l'oreille qui reçoit le son le plus fort.* On démontre ce fait en prenant deux tubes de diamètres inégaux ou deux téléphones dans lesquels les aimants sont de force inégale.

8. *Avec l'audition binauriculaire, les intervalles consonnants paraissent rauques et les intervalles dissonnants sont extrêmement durs.* On conduit aux oreilles séparément des sons différents comme ut_3 et mi_3, ou bien mi_3 et sol_3 : ces intervalles paraissent désagréables. L'effet est beaucoup plus marqué pour l'intervalle de 7^e, ut_3 si_3.

9. *Quand deux sons constituant un intervalle simple sont conduits séparément aux deux oreilles, il n'y a pas de son résultant différentiel (son de Tartini).* Du moins je n'ai jamais pu en distinguer un. C'est à cette absence de son différentiel que j'attribue la dureté signalée ci-dessus. Il faut ajouter cependant, que si les deux diapasons ne forment qu'un petit intervalle et sont susceptibles de produire un son différentiel bien net et qu'on vienne à les placer ensemble près d'un microphone de Hughes auquel sont attachés deux téléphones de sons inverses, alors on entend non-seulement les deux sons simples, mais aussi leur son différentiel : ils sont d'ailleurs tous localisés en apparence dans la nuque.

M. CROVA

Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier.

ÉTUDE SPECTROMÉTRIQUE DE QUELQUES SOURCES LUMINEUSES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. Crova expose les résultats de recherches entreprises sur l'étude spectrométrique de quelques sources lumineuses, dans le but d'arriver à en déterminer la température. S'appuyant sur les travaux de Dulong et Petit, Éd. Becquerel, Draper, il montre que la température d'une source lumineuse pourrait être mesurée : au moyen de la longueur d'onde de la radiation qui limite le spectre de la source vers le violet; par la position du maximum

calorifique du spectre; en comparant le rapport des intensités d'une même radiation dans le spectre de la source donnée, et dans celui d'une source de température connue au rapport analogue pour une autre radiation.

M. Crova indique comment il a déterminé ces rapports pour les spectres des lumières du soleil, des lampes électriques et Drummond, et d'une lampe modérateur; on constate ainsi que l'intensité étant la même dans le rouge pour ces différents spectres, l'affaiblissement vers le violet varie avec chaque source, suivant une certaine fonction de la température, et on peut ranger ainsi les diverses sources par ordre de températures croissantes : lampe modérateur, bougie stéarique, gaz d'éclairage, lumière Drummond, lumière électrique, lumière solaire.

L'auteur présente l'appareil qu'il emploie pour mesurer l'intensité de la radiation solaire, ainsi que la réalisation matérielle de *surfaces thermiques de radiations*, dont les coordonnées sont : la température, la longueur d'onde et l'énergie calorifique, et dont les sections perpendiculaires à l'axe des températures donnent une aire proportionnelle à l'énergie calorifique totale de la source, considérée à une certaine température.

M. MERCADIER

Ingénieur des télégraphes, Répétiteur à l'École polytechnique.

COMMUTATEUR GÉNÉRAL DE PILE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. E. MERCADIER présente à la section un commutateur général de pile. Cet instrument permet, avec un nombre d'éléments de pile donnés, de les mettre en série, de les mettre en surface, de leur donner un accouplement mixte quelconque, et même de supprimer, sans toucher à la pile, des éléments reconnus défectueux, et, par suite, de pouvoir étudier ces éléments séparément, quelle que soit leur position dans la pile.

M. Ch. ANDRÉ

Chargé de cours à la Faculté des sciences de Lyon.

SUR LE PASSAGE DE MERCURE SUR LE SOLEIL.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. Ch. André indique les principaux résultats qu'il a obtenus dans l'étude de la question du *ligament noir* pendant le passage de Mercure sur le soleil à Ogden. Il s'agissait de vérifier que le ligament est un phénomène de diffraction, et qu'il dépendait de l'intensité lumineuse et de l'ouverture de la lunette d'observation.

A cet effet, on dispose à l'oculaire un verre noir mobile produisant ainsi une absorption variable de la lumière : on observe alors qu'on fait apparaître ou disparaître à volonté le ligament.

En second lieu, on diaphragme la lunette de façon à produire des ouvertures variables, et on voit le ligament apparaître plus tôt si l'ouverture diminue, plus tard si elle augmente, conformément à ce qu'indique la théorie de la diffraction.

Il est résulté de ces études qu'on est en quelque sorte maître du ligament, et qu'au lieu d'être un obstacle dans la détermination des contacts d'un astre passant sur un autre, il peut devenir un auxiliaire utile pour trouver plus exactement l'instant précis de ces contacts.

M. André indique le principe des opérations à faire à cet effet, et il estime que dans l'observation d'un phénomène comme celui du passage de Vénus sur le soleil par exemple, on pourra ainsi réduire l'erreur d'observation à environ trois secondes.

M. le Dr PAQUELIN

De Paris.

CARBURATEUR A HAUTE TEMPÉRATURE.

— *Séance du 28 août 1878.* —

Tous les carburateurs construits jusqu'à ce jour peuvent, malgré leurs variétés de forme, être ramenés à un type unique. En dernière analyse, tous, invariablement, consistent en un ventilateur sous pression chassant de l'air à travers un vase qui renferme une masse d'essence calcu-

lée sur une dépense d'un ou de plusieurs jours, vase à deux fins servant à la fois de réservoir et d'organe carburateur. Parfois ce vase est plongé dans un bain-marie maintenu à une basse température (le feu nu, une température élevée ne pourraient être appliqués à une masse d'essence sans danger d'explosion); parfois on néglige de le chauffer. Quoi qu'il en soit, l'emmagasinement de l'essence en masse dans l'organe carburateur est un dispositif des plus défectueux. Il en résulte deux graves inconvénients: d'abord, les dits carburateurs ne peuvent utiliser, faute d'une température suffisante, que des essences très-légères (du poids de 650 à 660 grammes le litre à la température de 15 degrés centigrades), essences peu abondantes dans le commerce, par conséquent relativement chères et qui peuvent faire défaut à la consommation.

Ensuite, ces appareils, même avec des essences légères, combustible très avantageux, ne peuvent produire qu'un gaz de mauvaise qualité. En effet, l'essence minérale, quel que soit son titre, n'est pas un corps homogène, nettement défini, mais un composé d'essences de volatilité différente.

Que l'organe où se fait la carburation soit donc chauffé ou non, par ce fait qu'il renferme une masse d'essence, les parties les plus légères sont emportées avant les plus lourdes; de là, un mélange gazeux de composition incessamment variable, de moins en moins riche en principe combustible; de là, des flammes qui sautillent, varient de hauteur et dont le pouvoir éclairant ou calorifique va graduellement s'affaiblissant.

Ces phénomènes peuvent échapper à une observation de quelques instants, mais une observation prolongée les met en toute évidence.

Le carburateur, dont suit la description, entre autres avantages, remédie aux deux inconvénients capitaux que nous venons de signaler. Sommairement cet appareil se compose de sept organes tous métalliques,

Qui sont :
1° Un réservoir alimentateur;
2° Un diviseur;
3° Un gazomètre;
4° Un compteur;
5° Un mélangeur;
6° Un brûleur;
7° Un régulateur de température à dilatation.

Le gazomètre est embranché sur le compteur, le compteur ainsi que le brûleur sur le mélangeur, le mélangeur sur le diviseur, le diviseur sur le réservoir à essence avec lequel il communique au moyen de deux tubes, un tube à air, un tube à essence. Le diviseur emprunte

son mouvement à l'arbre du compteur, le régulateur de température à dilatation est logé dans l'intérieur du mélangeur.

Le réservoir sert à emmagasiner l'essence ; le diviseur, à la fractionner et à en régler le débit; le gazomètre, tout en fournissant une partie de l'air nécessaire pour sa combustion, à la chasser sous forme de mélange gazeux jusqu'aux becs brûleurs; le compteur, organe annexe du gazomètre, à maintenir un rapport toujours constant entre les quantités d'air et d'essence débitées par l'appareil, quelle que soit sa dépense; le mélangeur à mettre en contact ces deux éléments, à l'aide du brûleur, à utiliser la totalité de l'essence qu'il reçoit et à obtenir un mélange gazeux aussi homogène que possible, et à l'aide du régulateur de température à donner à ce mélange non seulement une température toujours uniforme mais aussi la plus favorable des températures.

Cette description sommaire suffit pour indiquer le fonctionnement de l'appareil. Emmagasinement de l'essence dans un réservoir spécial entièrement distinct du carburateur proprement dit ou mélangeur, possibilité d'éloigner ce réservoir du lieu de consommation autant que cela peut être utile, fragmentation de l'essence en quantités définies et déterminables à volonté, constance de rapport entre la quantité d'essence et le volume d'air qui arrivent dans le mélangeur, entraînement de l'essence sous forme de mélange gazeux au fur et à mesure de son arrivée dans le mélangeur, possibilité de chauffer le mélangeur sans aucun danger à une haute température, constance de la température à laquelle se forme le mélange gazeux, possibilité de déterminer cette température à volonté, simplicité de mécanisme, telles sont les conditions physiques et mécaniques réalisées par ce carburateur.

Voici les avantages pratiques qui en découlent :

Volatilisation totale de l'essence qui traverse le mélangeur, diminution des condensations par suite de l'échauffement des tuyaux de canalisation, utilisation d'un combustible de vente courante qui ne peut faire défaut à la consommation et dont le prix permet d'obtenir du gaz à bon marché (*), production d'un gaz de composition toujours uniforme, partant dont les flammes ont toujours la même intensité lumineuse ou calorifique et qui de plus n'ont ni l'inconvénient de sautiller ni celui de varier de hauteur, aucun danger d'explosion, possibilité de renouveler

(*) Ce combustible c'est de l'essence minérale pesant de 670 à 680 grammes le litre, au besoin de l'essence pesant de 700 à 710 grammes le litre. Alimenté avec de l'essence au titre de 670 à 680, ce carburateur brûle, condensations comprises, de 40 à 50 grammes d'essence par bec et par heure, le bec donnant la lumière d'une lampe Carcel, c'est-à-dire de huit bougies, soit par bec et par heure, étant donné le prix actuel de l'essence minérale achetée en gros, une dépense maxima;

De cinq centimes à Paris,
De quatre centimes en province,
De deux centimes environ dans les pays de production du pétrole.

les provisions de l'appareil sans en interrompre la marche, suppression, autant que faire se peut, des dangers d'incendie, maniement facile, fonctionnement régulier, construction peu coûteuse.

Nous pouvons ajouter que le volume de cet appareil peut être réduit de beaucoup. A cet effet, il suffit de remplacer le gazomètre et le compteur par un compteur à remontoir ou par tout autre ventilateur remplissant même fonction. Dans ces conditions un appareil de 10 becs peut être enfermé dans un espace d'un mètre carré.

Le carburateur que nous venons de décrire n'est pas un appareil théorique; il fonctionne depuis plus d'un an, et n'a cessé de fonctionner pendant toute la durée de l'Exposition (classe 27, annexe du chauffage et de l'éclairage).

M. A. CORNU

Membre de l'Institut, Professeur à l'École polytechnique.

SUR L'ABSORPTION DES RADIATIONS ULTRA-VIOLETTES PAR L'ATMOSPHÈRE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. A. Cornu expose des recherches sur l'absorption des radiations ultra-violettes du soleil par l'atmosphère.

Avec le même spectroscope, le même collodion, le même temps de pose il a pris des photographies du spectre ultra-violet du soleil dans diverses circonstances, et il a obtenu les principaux résultats suivants.

En été, la longueur du spectre vers le violet augmente jusqu'à midi ou une heure, puis diminue. En automne, la longueur du spectre augmente, à hauteur égale du soleil. En hiver, elle augmente de plus en plus.

M. Cornu attribue cet effet à l'absorption des radiations ultra-violettes par l'atmosphère. Il a construit des courbes en prenant pour abscisses les longueurs d'onde et pour ordonnées les sinus des hauteurs du soleil, et a pu obtenir ainsi des courbes régulières où la limite du spectre est définie par une loi simple, et où l'ordonnée à l'origine représente à peu près précisément l'inverse du coefficient d'absorption par l'atmosphère. Il a calculé avec ces données qu'en s'élevant de 500 mètres on gagnerait un millionième dans la longueur d'onde, et qu'à la hauteur du Mont-Blanc on arriverait sans doute à une longueur d'onde limite de 284 millionièmes de millimètre.

Il n'est pas probable d'ailleurs que ces effets soient dus à la vapeur d'eau renfermée dans l'atmosphère, car il n'y a pas de bandes d'absorption.

La cause serait l'air lui-même par l'effet d'un mécanisme analogue à celui qui sert à expliquer la couleur bleue du ciel.

M. A. BRÉGUET

Ancien Élève de l'École polytechnique.

SUR UNE THÉORIE SIMPLE DE LA MACHINE DE GRAMME.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 29 août 1878. —

M. A. Bréguet expose une théorie de la machine de Gramme, en vertu de laquelle il assimile cette machine à une série de roues de Barlow, associées en tension.

M. le Dr PAQUELIN

De Paris.

NOUVEAU FER A SOUDER, A FOYER DE PLATINE, FONCTIONNANT SOIT AVEC L'ESSENCE MINÉRALE, SOIT AVEC LE GAZ DE HOUILLE.

— Séance du 29 août 1878. —

I.

DISPOSITIF DU FER A SOUDER FONCTIONNANT AVEC L'ESSENCE MINÉRALE (Fer portatif).

Cet appareil comprend trois parties : 1° le fer à souder proprement dit, corps creux en cuivre ou en fer emmanché d'un tube métallique et renfermant un foyer de combustion en platine; 2° un carburateur à essence minérale, sorte de petit bidon à trois orifices que l'on porte en bandoulière sous l'aisselle gauche ; 3° un soufflet à vent continu qui se meut avec le pied ou avec la main. Ces trois parties sont reliées entre elles par deux tubes en caoutchouc à parois épaisses dont l'un va du soufflet au carburateur, l'autre de ce vase à l'extrémité libre du manche dn fer à souder.

L'âme de ce fer à souder, son foyer de combustion, est un petit corps creux conoïde, fait d'une lame mince de platine, et bourré de fils de même métal.

Il a de 1 centimètre à 1 1/2 centimètre de hauteur ; le diamètre de sa base est de 7 à 8 millimètres ; son volume total est très-approximativement de 715 millimètres cubes. Fixé par son sommet à l'extrémité articulée du manche de fer dont il prolonge le canal, il occupe le milieu de la cavité de l'instrument.

Ce foyer peut produire jusqu'à 600 calories par heure ; aussi en moins d'une minute porte-t-il au degré voulu pour souder la masse de métal qui l'enveloppe.

En prenant comme terme moyen de rendement le chiffre de 400 calories par heure, M. Marcel Deprez a calculé que ce foyer débite, à volume égal, 50 fois autant de chaleur que le foyer d'une locomotive. La somme de calorique développée par ce mode de combustion peut atteindre jusqu'au degré de fusion du platine. On peut avec ce métal construire des foyers de telle sorte que ces foyers, sous faible pression, se fondent instantanément sur une assez grande surface à la chaleur qu'ils dégagent.

L'essence minérale dont il faut faire usage est de l'essence de vente courante ; elle pèse et doit peser de 700 à 720 grammes le litre à la température de 15 degrés centigrades. C'est l'essence vulgaire que l'on brûle dans les lampes à éponge ou à mèche pleine dites lampes Mille. Bien qu'il reste toujours au fond du carburateur, comme produit inutilisable, un quart de l'essence employée, la dépense de ce fer à souder fonctionnant sans interruption, au moyen de cette essence, est au plus de 3 centimes à 3 centimes 1/2 par heure. 120 centimètres cubes de cette essence, lesquels pèsent 84 grammes (quantité maxima que doive contenir le carburateur tel qu'il est construit), suffisent pour alimenter la combustion du foyer pendant quatre heures, sans interruption.

Les avantages de ce fer à souder sont multiples. Le chauffage de ce fer est presque instantané. On peut en régler à volonté la température, l'abaisser, l'élever, la maintenir à un degré constant, cesser de le chauffer pendant plus d'une demi-minute sans qu'il s'éteigne, s'en servir pendant des heures entières sans interruption. Aucune perte de combustible. Le combustible qui sert à le chauffer est un produit de vente courante qui se trouve partout et fournit, sous très-petit volume, plusieurs heures de travail. Ce fer se prête, par la variété de ses formes, à tous les besoins de l'art du soudeur. Il est, à volume égal, beaucoup plus léger que les fers en usage. Il est, ses accessoires compris, d'un très-petit volume. Il est très-portatif et permet d'exécuter,

certains travaux d'une exécution très-difficile autrefois, travaux sur les toits et clochers.

Le maniement en est très-simple ; on sait immédiatement s'en servir. Il fonctionne très-régulièrement. Son foyer de combustion, qui en est l'organe le plus important, est inoxydable, partant pour ainsi dire inusable. Il supprime la partie la plus embarrassante de l'outillage actuel du soudeur (hotte, réchauds à charbon de bois, etc., etc.).

Dans la plupart des cas il permet de se passer d'aide.

L'essence minérale achetée au prix fort de 1 franc le litre, il ne dépense au plus, en fonctionnant sans interruption, que 3 centimes à 3 centimes 1/2 par heure. Aucun danger d'incendie, accident si fréquent avec les réchauds à charbon des fers à souder ordinaires. Des officiers d'artillerie qui ont vu fonctionner cet appareil pensent que l'on pourrait s'en servir pour faire des soudures sur les toits des magasins à poudre, où il est actuellement interdit de porter des réchauds.

Les avantages que nous venons d'énumérer peuvent se résumer ainsi :

Grande économie de temps : ce fer se chauffant instantanément et d'une manière continue est toujours prêt à fonctionner ;

Grande économie de combustible : il ne dépense, en fonctionnant sans interruption, au plus que 3 centimes par heure ;

Applications nouvelles à l'art du soudeur : la tranche de ce fer, qui est mobile, peut affecter les formes les plus variées et être réduite aux plus petites dimensions ;

Suppression des dangers d'incendie : il se chauffe sans réchaud et sans aucun danger d'explosion.

II.

DISPOSITIF DU FER FONCTIONNANT AVEC LE GAZ DE HOUILLE (fer d'atelier).

Le fer proprement dit reste le même ; mais les autres parties varient : il faut un gazomètre, une pompe aspirante et foulante, un compteur mélangeur, un régulateur à pression.

Ce fer fonctionnant sans interruption avec le gaz de houille dépense au plus deux centimes par heure.

M. P. TACCHINI

Astronome, à Palerme.

OBSERVATIONS SUR LA CHROMOSPHÈRE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. TACCHINI indique le résultat de plus de quarante mille observations faites sur la chromosphère, et qni montrent bien que les taches représentent seulement une partie de l'activité solaire, et qu'il faut y joindre, pour se représenter l'activité totale, les protubérances et les éruptions métalliques. Il présente des tableaux indiquant la répartition de ces divers phénomènes à diverses époques.

M. Alphonse MANGIN

Lieutenant-colonel du génie.

MÉMOIRE SUR UN APPAREIL PHOTOGRAPHIQUE, NOMMÉ PAR L'AUTEUR PÉRIGRAPHE INSTANTANÉ.

— *Séance du 29 août 1878.* —

Cet appareil, destiné à produire par la photographie des vues panoramiques de forme annulaire en une pose de courte durée, a été admis à figurer à l'Exposition universelle; M. le colonel Laussedat, comme président d'une section d'une commission militaire d'étude à l'Exposition universelle, a bien voulu comprendre la description de cet instrument dans les sujets qu'il a choisis, et adresser un rapport sur le périgraphe instantané à M. le général Arnaudeau, président de cette Commission. Nous ne croyons pouvoir mieux faire que de reproduire ici cette description, à la fois succincte et complète, qui rend compte des diverses applications possibles de cet appareil panoramique,

RAPPORT DE M. LE COLONEL LAUSSEDAT SUR LE PÉRIGRAPHE INSTANTANÉ DE M. LE LIEUTENANT-COLONEL DU GÉNIE MANGIN.

L'appareil photographique, dit périgraphe instantané du lieutenant-colonel Mangin, qui a figuré à l'Exposition universelle parmi les instruments exposés par le Dépôt des fortifications, a pour objet de produire des images panora-

miques annulaires, ou perspectives rayonnantes, présentant la forme de couronnes circulaires planes. On a déjà exécuté depuis longtemps des panoramas de ce genre, à l'aide d'instruments qui permettent de rapporter point par point sur une planchette tous les objets situés à l'horizon ; le dessin est alors exécuté par l'observateur, dont l'œil et la main sont seulement guidés par l'instrument, comme lorsqu'on fait usage de la chambre claire. Un autre dispositif, qui a été imaginé par le docteur Chevalier, réalise mécaniquement ces panoramas par la photographie, mais à la condition que l'appareil décrive lentement un tour d'horizon ; or, dans chaque position de l'instrument, il ne se produit qu'un très-petit secteur de l'image à obtenir, et la vue panoramique complète est le résultat de l'empiétement mutuel d'une multitude de perspectives ordinaires d'une très-faible largeur. Il résulte de cette sorte de génération des images, qui sont sillonnées de stries rayonnantes, une confusion à laquelle vient s'ajouter un défaut d'harmonie de ton dans l'ensemble de l'épreuve, parce que l'état du ciel n'est presque jamais constant pendant la durée assez longue des opérations.

Au moyen de la disposition adoptée par M. le colonel Mangin, on obtient, dans une pose unique d'un petit nombre de minutes et sans aucun déplacement de l'appareil ni d'aucun de ses organes, le panorama complet d'un point donné, ou la perspective rayonnante qu'on pourrait exécuter de ce point en parcourant tout l'horizon.

L'idée première d'un appareil photographique propre à remplir cet objet avait été émise par le commandant du génie Prudent, qui pensait que les images virtuelles qu'on aperçoit dans une boule argentée pouvaient être transformées en images réelles planes et circulaires, à l'aide d'un objectif convenablement disposé.

Le lieutenant-colonel Mangin, consulté sur les moyens de résoudre le problème, en a cherché la solution dans la construction du miroir lui-même, dont il a déterminé le profil générateur de manière à obtenir des images annulaires virtuelles d'une netteté complète, ce qui ramenait l'opération photographique à celle de la reproduction ou de l'agrandissement d'un objet existant.

En s'appuyant sur cette observation : qu'un miroir sphérique donne lieu à des caustiques au lieu de foyers, lorsque les rayons réfléchis font de grands angles avec les rayons incidents, et que les rayons issus d'un point de l'image virtuelle, au lieu de former un faisceau conique divergent, sont les prolongements de tangentes en différents points d'une caustique, et ne pourraient, après la traversée d'un objectif photographique, aller concourir vers un point unique pour former une image nette du point correspondant de l'image virtuelle, enfin, en remarquant encore que la concentration exacte des rayons réfractés ne peut être réalisée qu'autant que les rayons lumineux, avant la traversée de l'objectif, proviennent d'une réflexion sur la surface convexe d'un miroir parabolique de révolution à axe horizontal, le lieutenant-colonel Mangin a été conduit à cette conclusion : que le profil générateur devait être déterminé de telle sorte qu'en chaque point du parallèle moyen du miroir, l'élément superficiel de la surface torique à axe vertical fût une parcelle osculatrice d'un

certain paraboloïde de révolution à axe horizontal et passant par ce même point. Parmi tous les paraboloïdes de révolution à axe horizontal qu'on peut faire passer par un point donné du parallèle moyen, en les assujettissant à avoir la même normale en ce point, il en est un, et un seul, qui remplit cette condition d'être une surface osculatrice, pour le point en question, à la surface torique engendrée par la parabole méridienne verticale tournant autour d'un axe vertical choisi pour axe de révolution du miroir torique. Le paramètre de la parabole génératrice qui répond à cette condition ayant été déterminé à l'aide du calcul et d'une construction graphique, on a cherché le rayon du cercle osculateur à cette parabole, en ce même point du parallèle moyen, et comme l'arc de ce cercle osculateur s'écarte très-peu de l'arc correspondant de la parabole dans l'étendue de profil qu'il y a lieu d'adopter pour réfléchir les objets situés à l'horizon, on a substitué cet arc le cercle à l'élément corres-pondant de l'arc parabolique, t la construction du miroir rique s'est trouvée ainsi ra-enée à l'exécution d'un an-eau d'une lentille de phare.

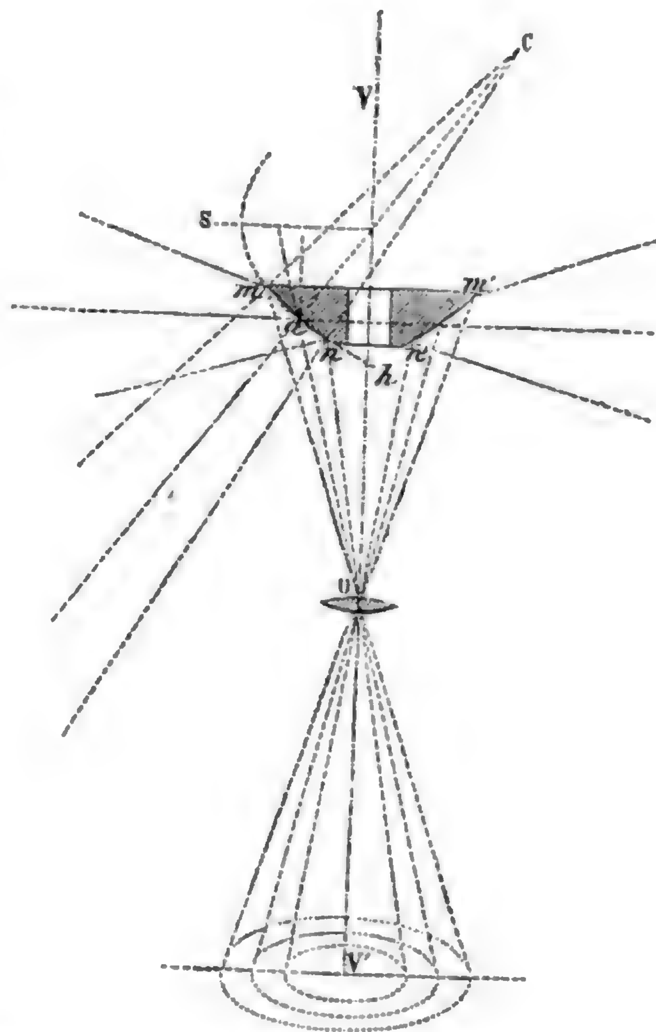


Fig. 49. — *mnm'n'*. Miroir de révolution autour d'un axe vertical VV'; *Sah*. Paraboloïde à axe horizontal, osculateur en *a* au miroir torique; C. Centre de courbure de l'arc *man*, osculateur en *a*, à la parabole *Sah*; O. Objectif photographique; V'. Centre de l'image annulaire et panoramique.

Il ne restait plus qu'à argenter la surface torique convexe ainsi obtenue, à aintenir ce miroir au moyen d'un ou de plusieurs supports, de telle sorte e son axe de révolution fût vertical, puis à disposer au-dessous, au point oisi sur l'axe pour point de vue des images virtuelles, un objectif photo-aphique d'une distance focale convenablement calculée, pour reproduire au d d'une chambre noire verticale, avec ou sans agrandissement, les images nulaires que l'œil placé au point de vue en question apercevrait en regar-t de bas en haut le miroir.

es images virtuelles, en vertu de la réflexion, présentaient une disposition nétrique de celle qu'il s'agissait d'obtenir ; les clichés offraient les objets osés comme ils doivent l'être ; mais les épreuves sur papier exécutées par

application contre les clichés devenaient à leur tour symétriques; pour éviter cet inconvénient, il a suffi d'établir un prisme à réflexion totale immédiatement au-dessous de l'objectif photographique; les rayons réfractés, à la sortie de l'objectif, sont alors réfléchis horizontalement ou suivant une direction inclinée; la chambre noire devient horizontale ou oblique, et les clichés présentent des images annulaires symétriques, qui deviennent directes dans les épreuves sur papier.

Les supports du miroir torique avaient l'inconvénient de produire des lacunes sous forme de secteurs noirs dans les images panoramiques; d'un autre côté, l'argenture du miroir exposée à l'air s'altérait rapidement dans les ateliers de photographie; ce dernier inconvénient à fait penser à M. le commandant du génie de La Noë qu'il conviendrait de supprimer l'argenture et de faire fonctionner le miroir torique par réflexion totale; en cherchant à réaliser cette suggestion, le colonel Mangin a été conduit à prendre pour surface d'entrée des rayons incidents dans le verre celle d'une sphère ayant son centre sur l'axe de révolution du tore, au point où viennnent sensiblement concourir les directions des rayons incidents utiles, et, pour surface de sortie, après la réflexion totale sur la surface torique non argentée, dont le tracé n'éprouve aucune modification, celle d'une sphère ayant pour centre le point de convergence des rayons réfléchis, c'est-à-dire le point de l'axe de révolution qu'on a choisi pour point de vue des images virtuelles annulaires, ou le centre optique du système objectif. Alors il devient possible de supporter le miroir torique ainsi construit au moyen d'une sertissure fixée à la base de la surface sphérique d'entrée des rayons incidents, de telle sorte qu'aucun des rayons incidents ni des rayons réfléchis utiles n'est intercepté par la monture de l'appareil et que les images panoramiques ne présentent plus aucune solution de continuité.

Ces panoramas photographiques offrent la même harmonie de ton que les photographies ordinaires de paysages, comme il est permis de l'affirmer d'après le petit nombre d'épreuves qu'il a été possible d'exécuter avec un appareil récemment construit, imparfaitement réglé, et par un temps défavorable. Le temps a manqué pour faire de nouvelles épreuves, parce que l'appareil était réclamé d'urgence pour figurer à l'Exposition du dépôt des fortifications. Néanmoins, les épreuves obtenues ont permis de constater que la netteté existe dans toutes les parties du champ, quelles que soient l'altitude des objets et leur distance à l'appareil, qu'il n'y a rien de heurté dans la succession des objets et que les transitions de lumière sont parfaitement observées. Ces vues offrent un champ qui, dans le sens vertical, peut s'étendre jusqu'à 15 degrés d'amplitude angulaire en dessus comme en dessous de l'horizon sans que la netteté soit sensiblement altérée vers les extrémités intérieure et extérieure des images panoramiques.

La verticalité de l'axe de révolution du miroir torique est assurée au moyen d'un niveau à bulle d'air établi sur la paroi supérieure de l'appareil. Le centre de chaque vue annulaire est marqué pendant l'opération même sous forme d'un point blanc central qui est l'image d'un petit trou ménagé au sommet de l'appareil pour laisser passer la lumière du ciel. Par suite de ces disposi-

tions, les images panoramiques jouissent des propriétés géométriques suivantes :

1° Tous les points du terrain situés dans le plan horizontal de la station où l'on opère ont leurs images sur une circonférence ayant pour centre le point blanc dont on vient de parler. Cette circonférence se nomme *la ligne d'horizon.*

2° Tous les points du terrain situés dans un même plan vertical passant par la station ont leurs images sur un même rayon de l'image panoramique.

3° L'angle dièdre compris entre deux plans verticaux passant par la station et par deux points donnés sur le terrain est représenté sans altération par l'angle au centre du secteur compris entre les rayons de l'image panoramique qui passent par les images de ces deux points.

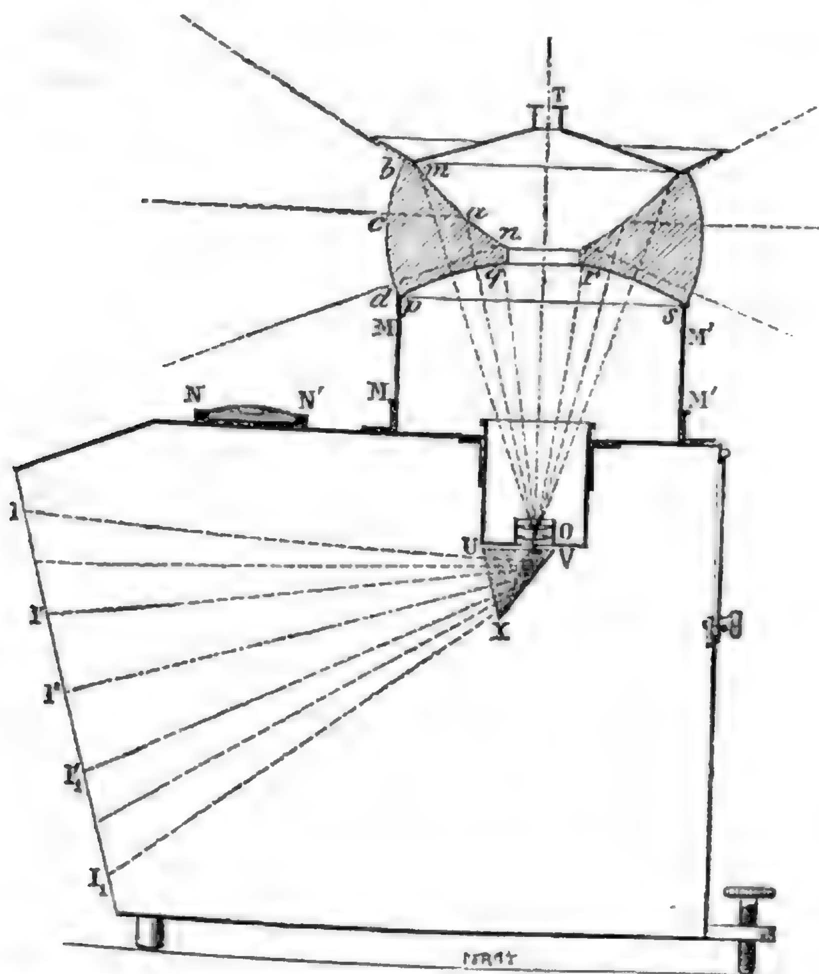


Fig. 50. — *man.* Profil de la surface torique fonctionnant par réflexion totale; *bcd.* Profil de la surface d'entrée des rayons lumineux; *pqrs.* Surface sphérique de sortie des rayons réfléchis ayant pour centre le centre optique O de l'objectif photographique ; UVX. Prisme à réflexion totale, isocèle en U, placé sous l'objectif O ; $II'I_1I'_1$. Ecran sur lequel se forme l'image annulaire panoramique, dont la largeur est II' ou I_1I_1' ; T. Petit trou ménagé au sommet du couvercle de l'appareil, pour faire apparaître le centre I'' de l'image panoramique sous forme d'un point blanc; MMM'M'. Manchon cylindrique fixé à la base de la surface sphérique *bcd* du miroir torique, et supportant ce miroir sans intercepter aucun rayon lumineux utile; NN'. Niveau à bulle d'air, pour assurer la verticalité de l'axe de révolution du miroir.

4° Tous les points du terrain situés au-dessus du plan horizontal de la station, à une même hauteur angulaire au-dessus de ce plan, ont leurs images réparties sur une circonférence concentrique et extérieure à celle qui représente

la ligne d'horizon, et la largeur de l'espace annulaire compris entre ces deux circonférences représente l'altitude apparente de ces points du terrain; elle est d'autant plus grande que l'altitude apparente de ces points est plus considérable, sans lui être toutefois proportionnelle; malgré cette absence de proportionnalité, il est possible de construire une échelle indiquant la relation qui existe entre les reliefs mesurés sur l'image et les altitudes apparentes exprimées en degrés.

Ces propriétés rendent les images panoramiques applicables à la topographie et à la géodésie : deux vues panoramiques prises aux extrémités d'une base de longueur connue permettent de faire des recoupements et de déterminer la distance à laquelle se trouve un point éloigné du terrain, par exemple un sommet de montagne figuré sur les deux panoramas, comme on pourrait le faire avec deux levers à la planchette donnant la planimétrie avec beaucoup d'exactitude ; la propriété de la conservation des angles azimutaux offre, en effet, les mêmes moyens de recoupement qu'une planimétrie.

D'autres applications à l'art de la guerre, aux reconnaissances militaires et aux explorations géographiques se présentent naturellement à l'esprit :

Ainsi, dans un ouvrage fortifié, il serait intéressant d'avoir le panorama de chaque batterie pour indiquer, de nuit aussi bien que de jour, les directions des objets sur lesquels on peut avoir à diriger le feu de l'artillerie.

Dans un observatoire de télégraphe optique, une vue panoramique indiquerait les différentes directions suivant lesquelles on peut avoir à correspondre et serviraient à faire reconnaître ces directions par le figuré du terrain aux abords des points qui représentent les stations de correspondance.

Enfin, en voyage, il importe souvent de pouvoir recueillir rapidement la trace des sites que l'on rencontre. Un panorama photographique exécuté en une courte station présenterait tous les détails que l'on peut avoir intérêt à consulter plus tard.

En résumé, le périgraphe instantané de M. le lieutenant-colonel Mangin constitue un instrument nouveau, très-habilement combiné et appelé à rendre de grands services. La simplicité de son emploi, qui n'exige rien au delà de ce que l'on emporte dans toutes les expéditions photographiques, le recommande à l'attention des militaires et des voyageurs aussi bien qu'à celle des ingénieurs et des savants.

L'appareil panoramique de M. le lieutenant-colonel Mangin est breveté; il a été jugé par le jury international des récompenses digne d'un diplôme équivalant à une médaille d'or qui a été demandé à M. le ministre de l'agriculture et du commerce.

Nous entrerons, à la suite du rapport de M. le colonel Laussedat, dans quelques dévelopements sur le principe géométrique du périgraphe instantané et nous exposerons notamment les considérations qui nous ont amené à la détermination du profil que nous avons adopté pour la construction du miroir torique.

TRACÉ GÉOMÉTRIQUE DU PROFIL GÉNÉRATEUR DU MIROIR TORIQUE D'UN PÉRIGRAPHE INSTANTANÉ

Lorsqu'on entreprend de construire un périgraphe instantané, il est deux données qu'on peut faire varier et dont dépend le tracé du profil du miroir torique, savoir :

1° Le diamètre du parallèle moyen de la surface du miroir, c'est-à-dire du parallèle que l'on destine à réfléchir les objets situés dans le plan horizontal de la station où l'on opère.

2° La position du point que l'on adopte pour point de vue des images virtuelles, sur l'axe de révolution du tore, à une distance verticale plus ou moins grande du parallèle moyen.

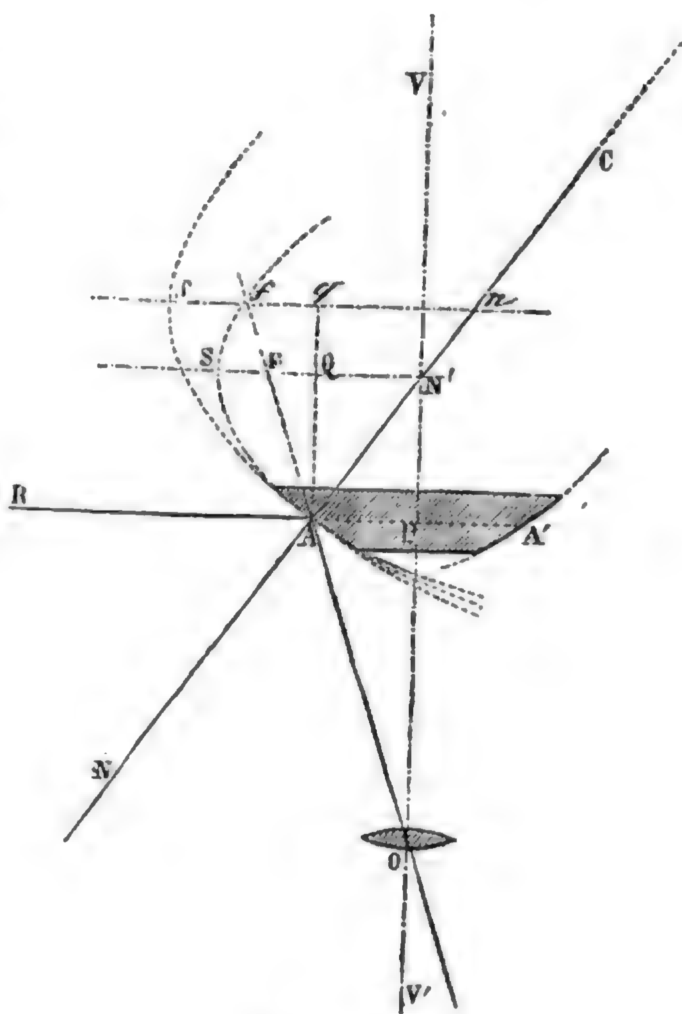


Fig. 31.

Soit AA' le diamètre du parallèle moyen du miroir, et VV', perpendiculaire à AA' en son milieu P, l'axe de révolution du tore dont l s'agit de déterminer le profil, enfin O le point de l'axe qu'on adopte comme point de vue des images irtuelles annulaires, à une istance PO au-dessous du lan du parallèle moyen. es rayons incidents pour squels doivent servir le int A et la parcelle environnante proviennent d'un int éloigné, situé à l'horion même, et constituent petit pinceau cylindrique RA, horizontal et dirigé vant le prolongement du diamètre AA'. Après la réflexion en A sur le oir torique convexe, ce pinceau cylindrique doit être transformé en pinceau conique divergent dont l'axe est astreint, d'après les données ptées, à passer par le point de vue O ; la normale NA au point A miroir est donc connue d'après la condition d'être bissectrice de gle formé par le rayon horizontal RA et par le rayon réfléchi AO.

Quant à la nature de la surface convexe en A, elle doit être telle, que le pinceau réfléchi AO soit rigoureusement conique, afin qu'un objectif placé en O puisse concentrer exactement les rayons réfractés en un point unique sur un écran placé au fond d'une chambre noire verticale. Or, la surface d'un paraboloïde de révolution à axe horizontal, passant par le point A et ayant pour normale NA, donnerait lieu à un pinceau conique divergent dont l'axe passerait par le point O, car, si l'on renverse le sens de la marche de la lumière, un pinceau incident cylindrique marchant de A′ en A serait réfléchi suivant un pinceau conique convergent ayant pour point de concours le foyer du paraboloïde, de sorte que, pour le pinceau cylindrique incident réel RA, les rayons réfléchis doivent être les prolongements de ceux auxquels donnait lieu le pinceau incident fictif A′A et se comporteront comme s'ils émanaient virtuellement du foyer du paraboloïde.

Essayons donc de prendre arbitrairement une horizontale *sn*, située dans le plan de la figure, pour axe d'un paraboloïde de révolution remplissant les conditions qu'on vient de dire; le foyer *f* de ce paraboloïde serait déterminé par l'intersection du rayon réfléchi OA prolongé avec l'axe *sn*; la sous-normale *qn*, égale au rayon de courbure au sommet, et double de la distance du sommet au foyer, fournirait la position du sommet *s*, et la parabole génératrice *s*A serait entièrement déterminée. Or, ce n'est pas un miroir de révolution à axe horizontal qu'il s'agit de réaliser, mais bien une surface de révolution autour de l'axe vertical VV′. Examinons donc si la parabole *s*A, en tournant autour de VV′, ne pourrait pas engendrer une surface osculatrice, en A, au paraboloïde de révolution que cette même parabole décrit en tournant autour de l'horizontale *sn*, ce qui suffirait pour que la surface torique se comportât comme le paraboloïde, à l'égard du pinceau incident RA.

Pour que deux surfaces soient osculatrices l'une de l'autre, en un point donné, il faut et il suffit que deux plans sécants quelconques, passant par ce point, déterminent dans les deux surfaces des sections ayant respectivement même rayon de courbure en ce point: dans le cas actuel, choisissons pour plans sécants: 1° le plan même de la figure; 2° le plan perpendiculaire à la figure ayant pour trace AA′. Le premier de ces deux plans coupe les surfaces du paraboloïde et du tore suivant la même section génératrice, la parabole *s*A. Quant au plan dont la trace est AA′, il coupe la surface torique suivant le parallèle moyen, dont le rayon est AP, et le paraboloïde à axe horizontal *sn* suivant une parabole identique à la parabole méridienne, attendu que, dans tout paraboloïde de révolution, tout plan parallèle à l'axe coupe la surface suivant une parabole égale à la parabole génératrice. Le point A serait le sommet de la parabole déterminée par le plan sécant dont la trace est AA′, et le rayon

de courbure au sommet A serait le même qu'au sommet s de la parabole génératrice sA, c'est-à-dire égal à la sous-normale qn, dont la valeur diffère généralement du rayon AP de la section torique circulaire AA'; mais si, au lieu de la position arbitraire sn qu'on a donnée à l'axe horizontal du paraboloïde, on fait passer cet axe horizontal par le point N', intersection de la normale AN prolongée et de l'axe vertical VV', le rayon de courbure au sommet S du paraboloïde qui résultera de l'adoption de cet axe sera égal à la sous-normale QN', qui est maintenant, par construction, égale au rayon AP du parallèle moyen ou de la section torique dont la trace est AA'. Donc il en sera de même du rayon de courbure au sommet A de la parabole suivant laquelle le paraboloïde à axe SN' est coupé par le plan dont la trace est AA'. Par suite, les conditions sont alors remplies pour que les deux surfaces de révolution engendrées par la même parabole SA, l'une autour de l'horizontale SN' l'autre autour de la verticale VV', soient osculatrices l'une de l'autre au point A. Il en sera de même pour tous les points du parallèle moyen; la zone torique infiniment mince dont ce parallèle est la ligne médiane réfléchira les objets situés à l'horizon même avec une netteté parfaite; les conditions de netteté ne seront plus aussi rigoureusement satisfaites pour les zones supérieures et inférieures du miroir, destinées à réfléchir respectivement les objets situés au-dessus du plan horizontal de la station et ceux situés au-dessous. Mais on conçoit que, la netteté étant absolument réalisée pour la région médiane des images, il ne peut y avoir de trouble bien sensible en deçà ni au-delà de cette région, et c'est ce qui a été confirmé par l'expérience jusqu'à une amplitude de 15 degrés en-dessus et en-dessous de l'horizon.

Au lieu d'employer comme profil générateur du miroir torique à axe vertical un arc de la parabole dont on a déterminé les éléments en dernier lieu, on substitue à cet arc celui du cercle osculateur à cette parabole au point A, dans le but de ramener la construction du tore à exécuter à celle d'un anneau d'une lentille de phare; ces deux arcs se confondent sensiblement dans l'étendue qu'il y a lieu d'adopter pour le profil du miroir torique.

Toutes les considérations géométriques qui précèdent avaient pour unique objet d'arriver à la détermination de ce rayon de courbure et de la position du centre C de ce cercle osculateur.

Cette détermination résulte de cette propriété connue : que le rayon de courbure, en un point donné d'une parabole, est proportionnel au cube de la normale en ce point. Pour avoir le rayon de courbure au point A, dont la normale est AN', prenons pour terme de comparaison, dans la proportion à établir, le sommet S, où la normale, la sous-normale et le

rayon de courbure ont une seule et même valeur, savoir : QN′ ou AP, rayon du parallèle torique moyen. Posons donc la proportion suivante : ρ, rayon de courbure cherché au point A, est à AP, rayon de courbure au sommet S, comme le cube de AN′, normale du point A, est au cube de AP, normale du sommet S.

C'est-à-dire :

$$\rho : AP :: \overline{AN'}^3 : \overline{AP}^3$$

d'où :

$$\rho = \frac{\overline{AN'}^3}{\overline{AP}^2}$$

La position du centre C du profil générateur est donc déterminée par cette expression de ρ et par le tracé de la normale AN, sur le prolongement de laquelle il se trouve. Mais la valeur de ρ dépendrait ainsi de la mesure de la longueur AN′, qui figure par son cube dans la formule. On peut éviter toute erreur graphique en recourant à une expression algébrique, qui ne renferme que les données adoptées, savoir : le rayon AP et la distance verticale PO du point de vue :

Dans le triangle AN′P, la normale AN′ a pour valeur AP sec N′AP ou r sec N′AP, en désignant par r le rayon du parallèle torique moyen; l'angle N′AP, opposé par le sommet à l'angle RAN, est égal à 1/2 angle RAO. On a d'autre part :

$$\text{Angle RAO} = 180° - \text{angle PAO}.$$
$$\text{Angle PAO} = 90° - \text{angle AOP}.$$

Si l'on désigne par α l'angle AOP, dont la tangente est $\frac{AP}{PO}$ ou $\frac{r}{h}$, en appelant h la distance verticale PO, on a successivement :

$$\text{Angle RAO} = 90° + \alpha$$

$$\text{Angle N'AP} = 1/2 \text{ angle RAO} = 45° + \frac{\alpha}{2}$$

$$\text{Normale AN'} = r \sec \text{N'AP} = r \sec\left(45° + \frac{\alpha}{2}\right) = \frac{r}{\text{Cos}\left(45° + \frac{\alpha}{2}\right)} = \frac{r}{\text{Sin}\left(45° - \frac{\alpha}{2}\right)}$$

Enfin :

$$\rho = \frac{\overline{AN'}^3}{\overline{AP}^2} = \frac{r}{\text{Sin}^3\left(45° - \frac{\alpha}{2}\right)}.$$

Expression très-facile à calculer.

Pour l'œil, placé au point O et regardant de bas en haut le miroir,

les images virtuelles annulaires paraîtraient situées dans le plan horizontal FN'; la distance focale f de l'objectif photographique à placer en O doit donc être déterminée de telle sorte, que la distance L du point O au fond de la chambre noire soit la conjuguée de la distance ON' (que nous désignerons par l) de ce même point O au plan horizontal FN', c'est-à-dire par la relation :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{L} + \frac{1}{l},$$

qui fournira une valeur très-rapprochée de f, après quoi il suffira de faire varier très-légèrement la longueur L de la chambre noire pour obtenir exactement la mise au point, qu'il n'y aura plus jamais lieu de modifier sur le terrain.

On terminera cet exposé en résumant la série des opérations à faire pour déterminer le tracé du profil d'un miroir torique, r étant le rayon qu'on adopte pour le parallèle moyen, et h la distance qu'on veut avoir entre le point de vue des images virtuelles et le plan du parallèle moyen :

1° Tracer l'axe vertical VV', porter $PA = r$ perpendiculaire à VV', puis compter $PO = h$ le long de VV'.

2° Prolonger PA suivant AR, joindre AO, et tracer la bissectrice AN de l'angle RAO.

3° Prolonger NA jusqu'à sa rencontre en N' avec l'axe vertical VV', et déterminer le rayon de courbure du profil générateur par l'expression $\rho = \frac{\overline{AN'}^3}{\overline{AP}^2}$, ou mieux par l'expression trigonométrique $\rho = \frac{r}{\text{Sin}^3\left(45^\circ - \frac{\alpha}{2}\right)}$

α étant l'angle dont la tangente est $\frac{r}{h}$.

4° Enfin, sur la normale AN' prolongée, porter AC égal à ρ, ce qui déterminera la position du centre de courbure C du profil générateur.

Les limites de ce profil, en haut et en bas du parallèle moyen, dépendront de l'amplitude qu'on veut obtenir dans le sens vertical pour le champ angulaire en dessus et en dessous du plan horizontal de la station ; pour fixer ces limites, on trace par le point O une série de rayons réfléchis, qui rencontreront le profil générateur en différents points, dont on trace les normales, qui sont des rayons du cercle dont le centre est C ; on en déduit les rayons incidents correspondants, dont on mesure l'inclinaison par rapport à l'horizontale RA. Enfin, on prolonge par tâtonnement ces essais jusqu'à ce que les rayons incidents qu'on obtient présentent l'inclinaison qu'on adopte comme limite angulaire du champ dans le sens vertical.

M. GOVI

Professeur à l'Université de Turin.

PRÉSENTATION D'UN ŒIL ARTIFICIEL.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. Govi présente un œil artificiel, formé de parties en verre, toutes *solides*, dont les courbures et les indices sont autant que possible identiques à ceux des diverses parties de l'œil humain.

Les diverses pièces sont mobiles, à l'aide d'un mécanisme très-simple qui permet d'adapter l'instrument à toutes les vues, et d'étudier l'influence respective de toutes les parties de l'œil sur la vision et les principales particularités que celle-ci peut présenter.

Un repère en forme de croix est tracé sur la surface qui représente la rétine, afin de pouvoir régler l'appareil : on s'arrange de manière que, vus au microscope, les images des objets extérieurs et le repère offrent le même degré de netteté.

M. GOVI

Professeur à l'Université de Turin.

MESURE DU GROSSISSEMENT DANS LES INSTRUMENTS D'OPTIQUE A IMAGES VIRTUELLES. (1)

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. Govi s'étonne qu'on n'exprime pas ces grossissements comme on le fait pour des images réelles par le rapport de grandeur de l'image à l'objet. Les images dites virtuelles existent en effet, et on peut déterminer leur position à un dizième de millimètre près, par exemple, à l'aide d'un instrument que l'auteur a imaginé depuis longtemps. Dès lors, connaissant leur position, leur grandeur se trouve définie pour les diverses distances.

---

(1) Voir *Ann. de ch. et de ph.* (5) t. XV, p. 563.

M. L. JAUBERT

PRÉSENTATION D'UN RÉFLECTEUR PARABOLIQUE (1).

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. Léon Jaubert a présenté un réflecteur astronomique parabolique de 30 centimètres de diamètre, dont la longueur focale n'est que de trois fois le diamètre au lieu de six fois comme dans les télescopes Foucault. Il avait à l'Exposition universelle plusieurs réflecteurs construits d'après les mêmes données.

En raccourcissant la longueur focale des instruments d'optique, M. L. Jaubert a cherché à donner plus d'intensité aux images, à soustraire en partie les instruments d'optique aux influences atmosphériques, à éviter la flexion des tubes et à les rendre en même temps plus facilement manœuvrables, surtout lorsqu'ils sont de grande dimension.

Il a fait observer qu'il avait essayé, il y a déjà plus de douze ans, de faire des réflecteurs à court foyer avec des surfaces sphériques.

Dans l'une de ces dispositions qu'il a exécutée dans ce but il corrigeait l'aberration de sphéricité, en mettant en avant du réflecteur principal, sur la marche des rayons incidents, un verre de même diamètre sensiblement divergent, de manière à prévenir par réfraction l'aberration de sphéricité.

Dans une autre disposition, il avait combiné de telle sorte les deux surfaces sphériques, qui délimitaient le réflecteur, que les rayons incidents, réfractés à leur immergence dans le miroir, réfléchis ensuite sur la surface postérieure argentée et réfractés à nouveau à leur émergence de la surface antérieure, devaient venir former un foyer unique dépourvu d'aberration sphérique et donner une bonne image aplanétique.

Il a fait connaître les considérations diverses qui l'avaient ramené à l'emploi des surfaces paraboliques. Il a annoncé qu'il avait en construction, depuis plusieurs mois, un réflecteur parabolique pris en dehors de l'axe de la parabole. Cette disposition a pour objet de supprimer tout prisme, tout miroir entre le réflecteur principal et l'oculaire.

Il a montré, en outre, les plans de diverses combinaisons optiques

(1) M. Léon Jaubert a obtenu l'autorisation d'installer ses instruments au Trocadéro et d'y fonder un grand observatoire populaire.

tout à fait nouvelles, fort rationnelles, théoriquement parlant, mais qui n'étaient encore qu'en construction et qui n'avaient pas encore pu recevoir la sanction de l'expérience.

L'ordre du jour de la Section de Physique comprenait plusieurs autres travaux qui n'ont pu être communiqués en séance faute de temps. Nous en reproduisons les titres ci-après :

M. Petit. — Nouveau modèle de microphone.

M. Vauthier. — Sur les tracés graphiques.

M. Volpicelli. — Tension des électricités induites.

Présentation de travaux imprimés

ENVOYÉS AU CONGRÈS

POUR ÊTRE COMMUNIQUÉS A LA SECTION.

M. Francesco Rossetti. — Indagini sperimentali sulla temperatura del sol (*reale Academia dei Lincei*, anno CCLXXV 1877-78).

6me Section

CHIMIE

PRÉSIDENTS D'HONNEUR. . . . MM. FRANKLAND, Membre de la Société royale de Londres, Correspondant de l'Académie des sciences.
— CANNIZZARO, Professeur à l'Université de Rome.
PRÉSIDENT. . . . . M. AD. WURTZ, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté de médecine et à la Faculté des sciences.
VICE-PRÉSIDENT . . . . M. CH. FRIEDEL, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des sciences.
SECRÉTAIRES. . . . . MM. le Dr CAZENEUVE, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Lyon.
— HENNINGER, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

M. A. BÉCHAMP

Doyen de la Faculté de médecine de l'Université catholique à Lille.

SUR LA VITELLINE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 23 août 1878. —

M. A. BÉCHAMP présente une étude complète de la vitelline du jaune d'œuf de poule, dont il est parvenu à retirer cinq substances différentes. En traitant le jaune d'œuf par l'eau, on lui enlève une matière albuminoïde, la *lécithozine*, et un ferment soluble, la *lécithozymase*, qui transforme l'empois d'amidon en dextrine et en glucose; la solution est précipitée par l'alcool et le dépôt est repris par l'eau : la matière albuminoïde coagulée par l'alcool reste insoluble, tandis que le ferment se dissout.

La partie du jaune d'œuf qui ne se dissout pas dans l'eau cède à l'éther de la lécithine et de la graisse, et constitue alors une matière blanche, composée de granulations microscopiques qui fluidifient l'empois d'amidon : ce sont les microzymas du jaune d'œuf. Leur contenu, qui peut être isolé au moyen d'une solution de carbonate sodique au millième, est un ferment soluble, la *mycrozymase*. Le squelette de ces éléments figurés est formé d'une matière albuminoïde peu soluble dans les réactifs, même dans la potasse. Enfin, M. Bé-

champ signale la présence d'une cinquième matière, la *microzymazonine*. Toutes ces substances sont lévogyres et se distinguent par la grandeur de leur pouvoir rotatoire.

DISCUSSION

M. Wurtz fait remarquer que la substance qui forme le squelette des microzymas se rapproche peut-être de la *nucléine*, cette matière phosphorée singulière qui existe dans le pus, la laitance des poissons, etc.

M. A. BÉCHAMP

Doyen de la Faculté de médecine de l'Université catholique de Lille.

SUR LA CASÉINE ET LA LÉGUMINE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. Béchamp établit, en se basant surtout sur la grandeur du pouvoir rotatoire, que la caséine du lait ne doit pas être confondue avec la légumine : son pouvoir rotatoire est beaucoup plus élevé. De plus, elle s'altère à 150°, tandis que la légumine résiste à l'action de cette température. D'un autre côté, les légumines d'origine diverse (amande, pois, pois chiche, moutarde blanche, noisette) doivent être distinguées les unes des autres ; leurs pouvoirs rotatoires sont très-différents.

M. A. BÉCHAMP

Doyen de la Faculté de Médecine de l'Université catholique de Lille.

SUR UN NOUVEAU MODE DE PRÉPARATION DE L'HÉMOGLOBINE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. Béchamp communique ses recherches sur l'hémoglobine ; il indique un nouveau mode de préparation de cette matière colorante et en étudie surtout les produits d'oxydation. En traitant l'hémoglobine par le permanganate de potassium, il a obtenu, indépendamment d'autres produits, de l'acide benzoïque et de l'urée en quantité notable. Ce fait, extrêmement intéressant, vient prêter

un nouvel appui aux anciennes expériences de M. Béchamp sur la production de l'urée par oxydation directe des matières albuminoïdes, expériences qui avaient été contestées à plusieurs reprises par divers savants.

Si l'on fait agir, avec ménagement, le permanganate de potassium sur l'hémoglobine, on lui fait subir une décomposition moins profonde ; on parvient à n'oxyder que le groupement ferrique de cette matière colorante et à la transformer en un mélange de cinq substances albuminoïdes incolores.

M. le Dr Charles BRAME

De Tours.

SUR LA CHONDRINE TRANSFORMÉE EN GÉLATINE.

(EXTRAIT.)

— *Séance du 23 août 1878.* —

Parmi les substances colloïdes, dérivées des tissus histoïdiques ou membraneux, on distingue la gélatine et la chondrine, dont l'une, la gélatine, est produite par l'action de l'eau bouillante sur l'osséine et l'autre, la chondrine, par la matière correspondante du cartilage ou matière chondrogène.

Ces substances, dont les caractères physiques sont identiques, présentent des propriétés chimiques semblables, sauf quelques-unes, qui les distinguent nettement.

Parmi les propriétés chimiques caractéristiques, les plus saillantes sont les suivantes :

Les solutions de sulfate d'alumine, d'alun, les acides minéraux et la plupart des acides organiques déterminent, au sein des solutions de chondrine, la formation de volumineux précipités ; or la gélatine n'est pas précipitée par ces réactifs, par conséquent la chondrine constitue une espèce chimique.

J'ai reconnu que, par l'oxydation, la chondrine peut être transformée en gélatine ; les résultats des expériences qui vont être relatées le prouvent suffisamment.

Des cartilages costaux d'hommes, abandonnés à l'air, pendant une année, présentaient les caractères suivants : couleur d'un jaune brun, consistance élastique, bleuissant légèrement le papier de tournesol rougi ; d'ailleurs ils sont assez secs.

Divisés en petits fragments, qu'on fait bouillir avec une grande quantité d'eau distillée, pendant vingt-quatre heures, en remplaçant au fur et à mesure l'eau évaporée, ils donnent un liquide clair, qui par le refroidissement se prend en gelée.

Évaporée au bain-marie, sur une assiette de porcelaine, cette gelée a donné une substance solide, transparente, d'un jaune un peu brun, cassante, un peu

élastique, soluble dans l'eau bouillante, en un mot, ayant l'aspect d'une colle forte, de la couleur indiquée.

En présence des réactifs chimiques, la solution de la gelée a fourni les caractères suivants :

1° Acide sulfurique, chlorhydrique, nitrique : pas de précipité.

2° Acide tartrique : pas de précipité.

3° Alun : trouble léger.

4° Sulfate d'alumine : louche à peine sensible.

La solution de la matière sèche, dans l'eau bouillante, essayée immédiatement n'a donné ni précipité, ni trouble avec chacun de ces réactifs.

En conséquence, la matière obtenue, dans les circonstances indiquées, ne donne plus les principales réactions qui ont été signalées par MM. Muller et Vogel, et par d'autres auteurs, comme spéciales à la chondrine.

Ayant pensé que c'est l'oxydation qui transforme la chondrine en gélatine, j'ai fait bouillir dans l'eau de la chondrine, extraite de cartilages frais d'homme, avec de l'oxyde puce de plomb (PbO^2); elle s'est rapidement transformée en gélatine ne précipitant, ni ne donnant aucun trouble, avec les réactifs indiqués.

Ce qu'il y a de remarquable dans cette transformation, c'est qu'elle se fait successivement, de manière que la substance chondrineuse, imparfaitement transformée en gélatine, continue à former du trouble, avec quelques-uns des réactifs qui précipitent la solution de chondrine. Ainsi les acides minéraux laissent la dissolution limpide, tandis que l'acide tartrique la trouble notablement et que l'alun y détermine un abondant précipité, de consistance gélatineuse.

CONCLUSIONS

1° La chondrine peut être transformée en gélatine par l'oxydation, au moyen de l'air, ou par un corps abandonnant facilement de l'oxygène, comme l'oxyde puce de plomb. (PbO^2.)

2° La transformation est accompagnée d'une production d'acide acétique, ce qui est d'accord avec les formules attribuées à la chondrine et à la gélatine.

M. Adolphe CARNOT

Ingénieur des mines, Professeur à l'École des mines et à l'Institut agronomique.

NOUVELLE MÉTHODE DE TRAITEMENT DES MINERAIS DE BISMUTH.

— *Séance du 23 août 1878.* —

L'extraction du bismuth de ses minerais ne s'est guère faite jusqu'ici que par des opérations de voie sèche. Dans bien des cas il y aurait lieu, je crois, de leur préférer un traitement par voie humide, qui

pourrait donner un rendement beaucoup plus élevé et un métal beaucoup plus pur. La valeur du métal, surtout à l'état de pureté, est assez grande pour que l'on ne craigne pas d'acheter ces avantages par une légère augmentation des frais de traitement.

J'indiquerai en peu de mots les méthodes qui ont été usitées jusqu'ici; puis j'en ferai connaître une nouvelle, que des circonstances particulières m'ont fait étudier et qui me paraît susceptible d'applications plus ou moins nombreuses soit à des minerais, soit à des produits d'art.

Un mode de traitement, qui est en quelque sorte classique, consiste à chauffer le minerai dans des tubes inclinés, à l'abri de l'air, jusqu'à ce que le métal fonde et s'écoule dans un récipient; un semblable procédé ne peut naturellement donner de résultats qu'avec un minerai assez riche et contenant le métal à l'état natif.

Lorsqu'il s'agit d'autres minerais, et notamment de minerais sulfurés plus complexes, on les soumet à un grillage fait à température modérée, puis à une fonte réductive, dans laquelle on emploie, avec divers fondants, soit du fer comme précipitant, soit du charbon comme réducteur. L'opération se fait ou dans des creusets de graphite ou dans des fours à reverbère; on en retire une scorie qui est rejetée, une matte qui doit être pulvérisée, grillée et fondue de nouveau, et un culot de bismuth plus ou moins impur suivant la qualité des minerais. Le cuivre est en grande partie éliminé, mais le plomb ne se sépare pas ainsi du bismuth; ce n'est que par une fusion oxydante très-prolongée du métal dans un creuset, avec enlèvement successif des litharges, qui sont d'abord principalement plombeuses et ensuite de plus en plus chargées de bismuth, qu'on parvient à purifier passablement le métal. Il renferme encore plusieurs centièmes de substances étrangères, plomb, cuivre, antimoine et arsenic, qu'on s'efforce d'enlever plus tard par fusion avec du nitre.

On voit donc que la présence d'une forte proportion de métaux étrangers, et principalement de plomb, complique singulièrement l'extraction et la purification du bismuth. Avec une grande quantité de pyrites et surtout de pyrites arsenicales, ces opérations deviendraient à peu près impraticables. Les procédés de voie sèche ne permettent d'ailleurs d'utiliser, en général, que des minerais tenant au moins de 6 à 8 0/0 de métal et ne sauraient être employés avec profit pour des minerais pauvres.

Il y a quelques années, après la découverte de minerais de bismuth dans le département de la Corrèze, je cherchai à leur appliquer une méthode de traitement appropriée à leur nature. C'étaient des minerais d'affleurement, oxydés et hydrocarbonatés, et à gangue de quartz, mêlés

d'oxyde de fer et accompagnés de diverses minéraux de tungstène (1).

Je constatai que les procédés de voie sèche ne convenaient pas à ces minerais et je conseillai l'emploi d'une méthode de voie humide, que j'ai déjà fait connaître et dont je me borne à rappeler les opérations essentielles : dissolution par l'acide chlorhydrique, avec lavages méthodiques, précipitation par le fer ou le zinc et fusion de la poudre métallique séchée et fortement tassée dans un creuset de graphite.

Ce traitement donna de bons résultats avec les premiers minerais extraits, qui étaient entièrement oxydés et ne contenaient que très-peu des substances difficiles à séparer du bismuth.

Mais la suite des travaux exécutés dans la mine de Meymac fit rencontrer, à une plus grande profondeur, des masses assez importantes de pyrite de fer à gangue quartzeuse, avec mispickel, cuivre pyriteux et sulfures de plomb et de bismuth irrégulièrement disséminés. Les proportions moyennes de ces métaux paraissaient être d'environ 1 0/0 de bismuth et de plomb, et 1 1/2 0/0 de cuivre. Aucun des procédés précédents ne pouvait convenir à un semblable minerai. J'étudiai donc une nouvelle méthode, qu'on applique aujourd'hui dans un atelier établi près de la mine et dont je vais indiquer les traits principaux.

Le minerai, cassé et réduit en sable, est soumis à l'action de l'acide chlorhydrique du commerce dans des cuves en grès, protégées contre l'action directe des flammes du foyer par des plaques en fonte recouvertes d'une couche de sable fin. On modère à volonté la température en faisant varier l'épaisseur du sable. Des couvercles à rebords intérieurs font retomber dans les cuves les vapeurs acides qui se condensent à leur contact.

Pendant l'opération, qui dure trois ou quatre heures, un ouvrier remue assez fréquemment le minerai au moyen d'un rateau de bois, de manière à faciliter l'attaque du minerai par l'acide chauffé vers 100°.

Les composés oxydés et sulfurés du bismuth, ceux du plomb et une partie de ceux du cuivre sont dissous avec une certaine quantité d'oxyde de fer et d'acides sulfurique et arsénique, provenant de l'altération du minerai pyriteux.

Quand l'attaque parait terminée, on ajoute un peu d'eau, on brasse bien et on décante la dissolution claire avec un siphon disposé dans un angle de la cuve; on épure le minerai par un second lavage à l'eau légèrement acide, puis on enlève les résidus et on les met en tas, où ils sont encore lavés par les pluies, en attendant que l'on puisse en tirer parti.

(1) Compte rendu de la deuxième session de l'Association française, Lyon, 1873, pages 218 — *Annales de physique et de chimie*, 1874, III, p. 434.

Ces résidus sont, en effet, composés principalement de pyrite de fer, ui a résisté à l'action de l'acide chlorhydrique, ils pourront donc servir à la fabrication d'acide sulfurique lorsque la mise en exploitation du chemin de fer de Tulle à Clermont permettra de les transporter sans trop de frais jusqu'à une fabrique de produits chimiques. Après grillage des pyrites, on pourra aussi procéder à l'extraction du cuivre qui est resté en majeure partie inattaqué dans le traitement à l'acide chlorhydrique.

La dissolution acide est décantée dans des cuves couvertes, où l'on introduit, après refroidissement complet, du calcaire cassé en morceaux, de manière à neutraliser l'excès d'acide. C'est un calcaire saccharoïde trouvé à quelques lieues de Meymac, au milieu des granites et des schistes cristallins qui s'étendent sur les confins de la Corrèze et du Puy-de-Dôme.

Le dégagement d'acide carbonique se fait d'abord très-vivement, puis avec de plus en plus de lenteur. Il préserve la dissolution du contact de l'air et empêche la suroxydation des sels de fer. A mesure que la neutralisation avance, il se forme un dépôt de sulfate de plomb et de sulfate de chaux, tandis que le fer, l'arsenic, le cuivre et le bismuth lui-même restent dissous.

Quand toute effervescence a cessé, on décante le liquide sur une toile et on y ajoute de l'eau en quantité suffisante pour déterminer la précipitation totale du bismuth à l'état d'oxychlorure. Le dépôt est lavé à l'eau, puis mêlé avec du carbonate de soude et très-peu de charbon, séché et enfin fondu dans un creuset de graphite.

Si l'oxychlorure de bismuth a entraîné dans sa précipitation des traces d'arsenic, elles restent combinées au fondant alcalin. Le plomb, le cuivre et le fer ont été successivement séparés du bismuth. Le métal obtenu est donc presque absolument pur et convient par conséquent très-bien à la préparation des produits pharmaceutiques.

Cette méthode d'extraction, étudiée en vue de minerais pyriteux, très-complexes et très-pauvres, qui paraissaient se refuser à tout autre procédé de traitement, pourra, je l'espère, être utilisée pour beaucoup d'autres minerais, qui, par suite de leur pauvreté ou des mélanges qu'ils contiennent, n'ont pas été acceptés jusqu'ici dans les usines.

On pourrait aussi, par des opérations analogues, avec ou sans grillage préalable, extraire le bismuth, soit de ses alliages avec le plomb, soit des scories alcalines qu'on produit dans le raffinage du métal brut et dont jusqu'à présent on n'a tiré aucun parti.

M. E. MULDER

Professeur à l'Université d'Utrecht.

SUR LA FORMATION DE CHAINES FERMÉES, COMME DÉRIVÉES D'URÉE. SYNTHÈSE DE L'ACIDE DIMÉTHYLBARBITURIQUE.

— *Séance du 23 août 1878.* —

On tâchera de démontrer que la transformation de chaînes ouvertes, comme dérivées de l'urée, en chaines fermées, suit des règles plus ou moins à formuler. On a par exemple une telle chaine ouverte dans l'acide oxalurique : HO — CO — CO — NH — CO — NH_2, qui ne se ferme que sous l'influence d'agents déshydratants assez forts, comme le $POCl_3$, afin de former l'acide parabanique : : CO — CO — NH — CO (reliés par NH) (M. Grimaux). On rencontre une chaine ouverte dans l'acide hydantoïque : HO — CO — CH_2 — NH — CO — NH_2, pas fermée jusqu'à présent en hydantoïne : CO — CH_2 — NH — CO (reliés par NH), ce qui est bien le cas avec l'acide méthylhydantoïque : HO — CO — CH_2 — NCH_3 — CO — NH_2, qui en solution aqueuse donne par l'évaporation du méthylhydantoïne : CO — CH_2 — NCH_3 — CO (reliés par NH) (MM. Baumann, Hoppe Seyler). L'acide sulfhydantoïque : HO — CO — CH_2—NH — CS — NH_2, qui ne peut exister que dans certaines circonstances, se ferme très-facilement en produisant le sulfhydantoïne : CO — CH_2 — NH — CS (reliés par NH) (M. Maly) ; cette combinaison s'effectue à la température ordinaire en faisant réagir l'acide monochloracétique : $ClCH_2$ — CO — OH et la sulfurée, et même en laissant réagir les combinaisons : $ClCH_2$ — CO — OC_2H_5 ou $ClCH_2$ — CO — NH_2 sur la sulfurée. Dans ces trois cas ils doivent se former en premier lieu les chaines :

HO — CO — CH_2 — NH — CS — NH_2

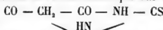
C_2N_5 O — CO — CH_2 — NH — CS — NH_2,

H_2N — CO — CH_2 — NH — CS — NH_2,

qui en perdant H_2O, C_2H_5, OH et NH_3, se transforment en sulfhydantoïne.

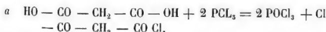
Dans les chaînes mentionnées il y a deux atomes de carbone succes-

sivement liés ensemble. En voulant faire par synthèse un dérivé d'urée avec trois atomes de carbone successivement combinés, on pourrait faire réagir le chloride de l'acide malonique sur la sulfurée et il se formerait sans doute:

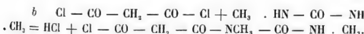


$CO - CH_2 - CO - NH - CS$, HN, mais dans cette combinaison on ne saurait substituer le soufre à l'oxygène, de même on n'a pas réussi à réaliser cette substitution dans le sulfhydantoïne. C'est pourquoi on laissa réagir la diméthylurée (fait d'après la méthode de M. Wurtz) sur le produit de réaction de l'acide malonique et le phosphorpentachloride. En décantant ce qui resta fluide, lavant le produit cristallisé au sulfure de carbone et en recristallisant la combinaison, l'analyse donnait des chiffres correspondants à la formule :

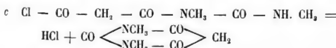
$CO < \begin{matrix} NCH_3 - CO \\ NCH_3 - CO \end{matrix} > CH_2$ d'un corps, l'acide *diméthylbarbiturique*, formé par les trois réactions suivantes:



a $HO - CO - CH_2 - CO - OH + 2\ PCL_5 = 2\ POCl_3 + Cl - CO - CH_2 - CO\ Cl.$



b $Cl - CO - CH_2 - CO - Cl + CH_3\ .\ HN - CO - NH\ .\ CH_3 = HCl + Cl - CO - CH_2 - CO - NCH_3 - CO - NH\ .\ CH_3.$



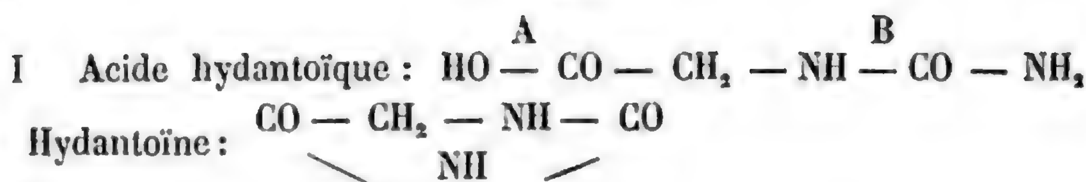
c $Cl - CO - CH_2 - CO - NCH_3 - CO - NH.\ CH_3 = HCl + CO < \begin{matrix} NCH_3 - CO \\ NCH_3 - CO \end{matrix} > CH_2$

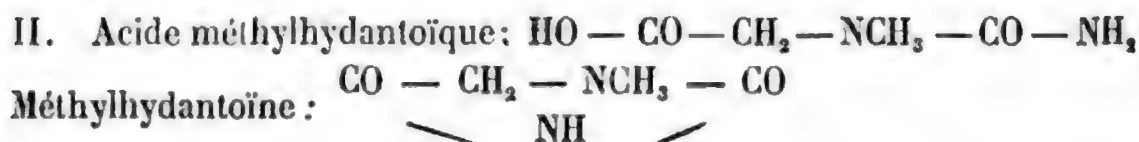
L'acide diméthylbarbiturique cristallise en forme d'aiguilles aplaties (un peu colorées en jaune); il fond à environ 123°; il a la réaction acide et il se comporte envers des bases comme un acide. Ce corps est assez stable pour pouvoir être distillé. Le produit de distillation, qui devient bientôt cristallin, a le même point de fusion et se comporte de la même manière que le corps avant la distillation.

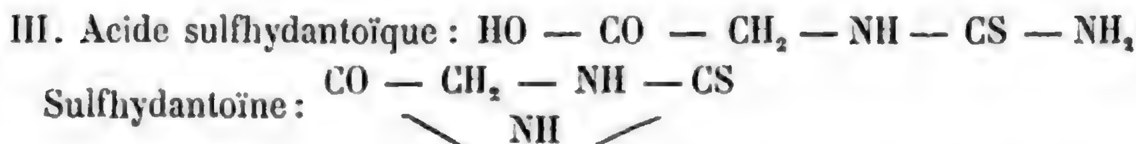
Après la synthèse de l'acide diméthylbarbiturique celle de l'acide amalique (tétraméthylalloxantine) et d'analogues ne sera pas difficile à réaliser.

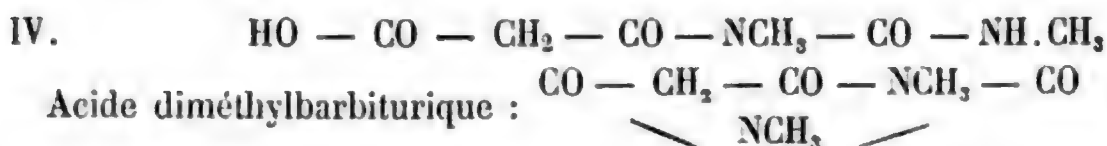
Les circonstances qui permettent de former l'acide diméthylbarbiturique, ne suffisent pas pour la synthèse de l'acide barbiturique avec l'urée; il ne se forme pas même, comme il semble, la chaine ouverte : $HO - CO - CH_2 - CO - NH - CO - NH_2$. L'influence du groupe méthyle CH_3, se fait donc connaître de nouveau très-clairement.

Tâchons maintenant de combiner quelques faits relatifs à la formation de chaînes fermées, et nommons dans les chaînes ouvertes suivantes A *le reste d'urée* et B la partie acide :





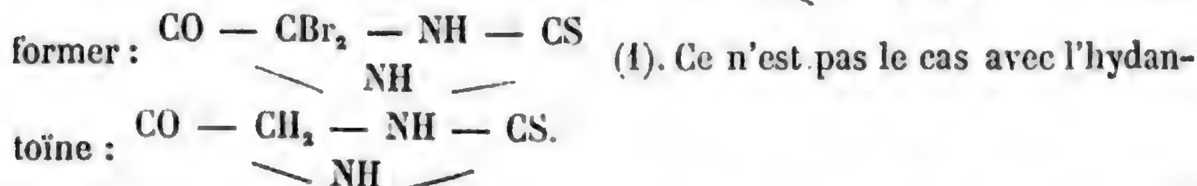




Au lieu de $Cl - CO - CH_2 - CO - NCH_3 - CO - NHCH_3$ on a pris : $HO - CO - CH_2 - CO - NCH_3 - CO - NH.CH_3$, ce qui revient à peu près au même, afin de faciliter la comparaison.

Avant la formation du méthylhydantoïne on peut admettre que l'acide méthylhydantoïque forme une chaîne fermée : $CO - CH_2 - NCH_3 - CO$, $\diagdown O - NH_3 \diagup$ et c'est aussi le cas avec les autres chaînes. Il est même possible que l'acide méthylhydantoïque constitue une telle chaîne et les autres une chaîne analogue ; mais ce ne serait qu'une hypothèse.

Quant aux chaînes I, II et IV, on peut se figurer que la tendance à former une chaîne fermée est d'autant grande que le caractère acide de B et que la nature basique de A est plus grande. La chaîne III, caractéristique par son soufre, se ferme à peu près aussi facilement que la chaîne II. Le soufre se compose, pour ainsi dire, comme le groupe CH_3. C'est conforme à d'autres faits. Le brome, par exemple, se précipite sur le carbone de CH_2 du sulfhydantoïne : $CO - CH_2 - NH - CS$, $\diagdown NH \diagup$ pour



(1). Ce n'est pas le cas avec l'hydantoïne.

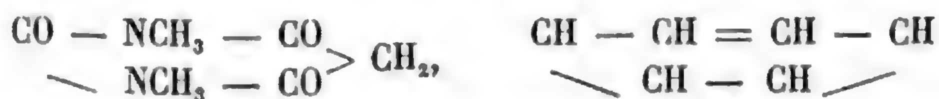
Une solution aqueuse de cyanacétyldiméthylurée : $NC - CH_2 - CO - NCH_3 - CO - NH.CH_3$ fait avec du brome, comme première réaction : $NC - CBr_2 - CO - NCH_3 - CO - NH.CH_3$ (cela résulte du der-

(1) M. Claus obtint avec le chlore des résultats différents, mais il travaillait dans d'autres circonstances.

nier produit : l'acide diméthyldibrombarbiturique), mais il n'en est pas ainsi avec la cyanacéthylurée : NC — CH_2 — CO — NH — CO — NH_2. On pourrait admettre que CH_3 fortifie la nature basique de A et que S fait de même, en rendant le H de NH plus basique, qui à son tour modifie le caractère des 2H de CH_2, qui deviennent plus acides, comme le fait le groupe CH_3. La réaction de l'acide $ClCH_2$ — CO — OH sur le : H_2N — CS — NH_2, qui se réalise à la température ordinaire, se laisse aussi facilement expliquer, quand on admet, que le S rend les 2 H de NH_2 plus basique ; $ClCH_2$ — CO — OH et NH_2 — CO — NH ne réagissent pas dans ces circonstances l'un sur l'autre.

L'étude des chaînes, comme dérivées d'urée, n'a pas seulement de l'importance au point de vue purement chimique, mais aussi pour la chimie physiologique, animale et végétale. Elle tend à nous faire connaître la synthèse et la structure de l'acide urique et de la théine. Ayant égard à la formation de combinaisons colorées avec beaucoup d'alcaloïdes par des procédés d'oxydation, on en pourrait conclure avec vraisemblance que l'étude de l'acide diméthylbarbiturique, cyanacéthyldiméthylurée et d'analogues jouera un rôle non-seulement dans la synthèse de la théine (et du théobromine), mais aussi dans celle d'autres alcaloïdes.

Enfin, les chaînes comme l'acide diméthylbarbiturique et analogues se fraterniseront peut-être plus tard avec la série des corps aromatiques. Il est impossible de ne voir point d'analogie, pour prendre un exemple, entre l'acide diméthylbarbiturique et le benzol :



et qui dira qu'on ne réussira pas tôt ou tard à enlever à la première combinaison 2 NH, afin de la convertir dans la chaîne :

(ou une chaîne analogue) ? Une telle transformation donnerait sans doute un grand appui à la formule de M. Kékulé, généralement adoptée pour le benzol, qui maintenant ne présente pas encore la même solidité chimique que celle de l'acide diméthylbarbiturique (et d'analogues), à cause de la synthèse réalisée du dernier corps plus facile à suivre atome pour atome, pour ainsi dire, que la synthèse classique de M. Berthelot du benzol par l'acétylène.

M. S. de LUCA

Professeur à l'Université de Naples.

RECHERCHES CHIMIQUES SUR LE DÉDOUBLEMENT DE LA CYCLAMINE EN GLUCOSE ET MANNITE.

— *Séance du 23 août 1878.* —

Mes premières communications sur la cyclamine faites à l'Académie des sciences donnaient la préparation de cette nouvelle substance, ses propriétés principales et son action physiologique sur l'organisme des animaux. Depuis, je n'ai pas cessé d'étudier cette substance, et voici quelques expériences que je soumets à l'appréciation de la section de chimie de l'Association française pour l'avancement des sciences.

J'ai fait bouillir le jus filtré du cyclamen, duquel j'ai séparé la matière coagulée en la versant sur un filtre à plis, et en la lavant plusieurs fois par de l'eau bouillante; ensuite j'ai placé le filtre, avec la matière coagulée et lavée, sous une cloche de cristal, en plaçant tout autour des fragments de chaux vive. Après quelques mois, j'ai trouvé la matière contenue dans le filtre à l'état solide, ayant conservé la forme conique de l'entonnoir et celle du filtre à plis. La matière, après avoir été débarrassée du filtre, s'est montrée en masse cristalline, avec des cristaux groupés autour d'un centre commun. Cette matière n'a plus le goût particulier de la cyclamine; au contraire, elle a une saveur légèrement sucrée qui rappelle celle du glucose et de la mannite. Traitée à froid par l'alcool concentré employé en petites quantités, elle cède au dissolvant une substance que l'on peut isoler au bain-marie, après l'évaporation complète de l'alcool. Le résidu qu'on obtient ainsi est de consistance sirupeuse, a un goût nettement sucré, réduit facilement les sels de cuivre, et sa solution aqueuse entre en fermentation au contact de la levûre de bière avec dégagement d'acide carbonique complètement absorbable par la potasse, et production d'alcool séparable du liquide par distillation.

La partie de la matière primitive déjà traitée à froid par l'alcool concentré se dissout en très-grande partie dans le même alcool bouillant qui, par refroidissement, dépose en abondance une matière blanche, d'aspect soyeux et cristallin, laquelle, lavée par l'alcool froid et desséchée, n'a aucune odeur, mais a une saveur faiblement sucrée. En outre, elle est fusible à la température de 165 degrés environ, se décompose à une température plus élevée, en produisant des fumées denses et des vapeurs inflammables et en laissant un résidu noir volumineux, qui disparaît par l'action prolongée de la chaleur et de l'air.

Une autre expérience donne les mêmes résultats. La matière primitive a été épuisée par l'alcool bouillant. La liqueur, après avoir été filtrée à chaud et évaporée au bain-marie, a fourni un résidu qui s'est dissous complétement dans l'eau. Cette solution, avec de la levûre de bière, a produit de l'acide carbonique et de l'alcool. Le liquide fermenté, après avoir été porté à l'ébullition pour séparer l'alcool et filtré pour séparer la levûre et les matières insolubles, a été évaporé à sec, puis le résidu traité par l'alcool bouillant. Cette solution alcoolique, filtrée et concentrée, a déposé de la mannite cristallisée. De même que la matière primitive traitée à chaud par l'alcool et la solution alcoolique filtrée, celle-ci dépose, par refroidissement, de la mannite, et retient en solution tout le glucose.

La cyclamine en solution aqueuse ne fermente pas par la levûre de bière et ne réduit pas les sels de cuivre; mais, abandonnée à elle-même pendant longtemps, elle produit seulement du glucose et de la mannite, matières séparables par les procédés indiqués plus haut. Cependant, après un temps assez long, le glucose fermente, et l'on ne peut alors retrouver dans le liquide que de la mannite.

La mannite obtenue par tous ces traitements a les propriétés et la composition de la mannite qu'on extrait de la manne du commerce.

Il semble donc démontré par les expériences précédentes que la cyclamine coagulée ou en solution aqueuse, abandonnée à elle-même pendant plusieurs mois dans les conditions déjà indiquées, se dédouble en produisant deux substances bien distinctes, du glucose et de la mannite cristallisée. Ainsi donc, au point de vue chimique, la cyclamine est un glucoside duquel on peut obtenir non-seulement du glucose, comme de toutes les glucosides, maisencore un autre sucre, c'est-à-dire la mannite.

Les chimistes qui ont annoncé avoir obtenu une cyclamine cristallisée ont probablement examiné et analysé un mélange formé de cyclamine et de mannite. On sait que la cyclamine est une matière amorphe qui se dépose, absolument comme la mannite, par le refroidissement ou par l'évaporation lente de ses solutions alcooliques, et par conséquent il n'est pas difficile d'avoir de ces solutions un dépôt de cyclamine et de mannite cristallisée, dont la séparation ne peut se faire qu'incomplétement par l'eau bouillante. La cyclamine, vénéneuse par elle-même, peut donc fournir par dédoublement deux matières innocentes, tandis que l'amygdaline, qui n'est pas un poison, fournit, par l'émulsion, la matière la plus toxique connue, l'acide prussique.

Les rapports de poids qui lient la cyclamine avec les deux matières sucrées seront l'objet d'une étude ultérieure.

M. L. HENRY

Professeur à l'Université de Louvain.

SUR LES MONOCHLORHYDRINES GLYCÉRIQUES ET PROPYLÉNIQUES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. L. Henry expose quelques faits généraux concernant la théorie de l'isomérie des dérivés glycériques qu'il a contribué à établir par ses nombreux travaux publiés depuis une dizaine d'années.

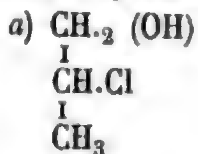
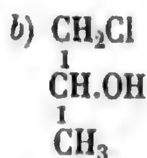
Il fait ensuite l'étude des deux monochlorhydrines de la glycérine, dont l'isomérie peut être exprimée par les formules suivantes :

Ainsi que M. Hanriot l'a fait voir, ces deux variétés se forment simultanément lorsque la glycérine est traitée par l'acide chlorhydrique; mais pour les préparer à l'état de pureté, il faut employer des méthodes détournées. La première (A) se forme lorsqu'on fait agir l'eau sur l'épichlorhydrine (Berthelot). La monochlorhydrine (B) se produit par fixation directe de l'acide hypochloreux sur l'alcool allylique. Ces deux monochlorhydrines se distinguent nettement par leurs réactions; sous l'influence de l'hydrogène naissant, la première donne le propylglycol ordinaire, et l'autre le propylglycol normal. Ces réactions ne fournissent qu'un faible rendement. L'action de l'acide azotique en fait mieux ressortir la différence; dans une première phase de la réaction, il produit les deux acides *chlorolactiques isomériques*.

et par une oxydation plus avancée, le premier fournit de l'acide monochloracétique; le second de l'acide oxalique. L'étude de ces deux acides chlorolactiques offre un grand intérêt à plus d'un point de vue; sous l'influence des alcalis ils donneront un acide anhydride isomérique avec l'acide pyruvique; sous l'action de l'ammoniaque, l'un fournira la *sérine* de la soie ($C^3H^7AzO^3$), et l'autre un composé isomérique.

Au propylène :

correspondent 2 monochlorhydrines :

a)  *b)* 

a) qui résulte de la réaction de (OH) Cl sur le propylène et qui donne, ainsi que je l'ai démontré, par oxydation à l'aide de l'acide nitrique, de l'acide monochloropropionique $CH_3 - CH\ Cl - CO\ OH$.

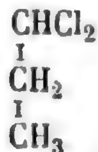
b) qui résulte de l'hydratation indirecte — action successive de H_2SO_4 et eau — du chlorure d'allyle et qui fournit par oxydation de l'acétone monochlorée et ultérieurement de l'acide monochloro-acétique.

Il m'a paru intéressant d'étudier l'action des agents déshydratants et notamment de Ph_2O_5 sur ces corps.

La monochlorhydrine *b)* produit de l'hydratation de

devait, semble-t-il, fournir par élimination de H_2O ce même chlorure ; il n'en est rien ; il se forme du propylène monochloré

le même que celui obtenu par M. Reboul pour l'action de KOH sur le chlorure de propylidène



liquide bouillant vers 33° et fournissant par KOH de l'allylène. La réaction est facile et nette.

Ce fait prouve une fois de plus que les groupements hydro-carbonés qui ont déjà subi le phénomène de la substitution, sont plus facilement attaquables que ceux qui sont encore intacts.

Remarquons que le chlorure d'allyle, en passant sur de la chaux sodée, à chaud, fournit du gaz absorbable par le brôme, mais non acétylénique, sans doute l'*allène* $CH_2 = C = CH_2$.

La monochlorhydrine *a)* fournira évidemment avec Ph_2O_5 le propylène monochloré

Ce produit, étant assez difficile à obtenir, je ne l'ai pas eu jusqu'ici à ma disposition pour essayer cette réaction.

M. le Dr Ch. BRAME

de Tours.

CLASSIFICATION DES CORPS SIMPLES; DIVISION EN IDIOIDES, MÉTALLOIDES ET MÉTAUX.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 24 août 1878.* —

M. le docteur Brame lit un mémoire sur la classification des corps simples. Il refuse au mot *métalloïde* son acception actuelle et propose de diviser les éléments en idioïdes, métalloïdes et métaux.

Dans la classe des idioïdes, il range tous les métalloïdes actuels, moins l'antimoine, l'arsenic, le bismuth et le tellure, corps doués de l'éclat métallique et cassants, qui constituent la nouvelle classe des métalloïdes.

Tout le monde est d'accord sur l'imperfection de la division des corps simples adoptée aujourd'hui, mais le système de classification de M. Brame ne nous semble pas avancer la question; l'auteur ne le propose lui-même que comme une mesure de transition.

M. S. de LUCA

Professeur à l'Université de Naples.

RECHERCHES SUR LE DÉDOUBLEMENT DES GLUCOSIDES PAR L'ACTION DE L'EAU.

— *Séance du 24 août 1878.* —

En 1858, dans le laboratoire de chimie de l'Université de Pise, je voulais montrer à mes élèves que la solution de salicine ne réduisait pas les sels de cuivre; mais le résultat fut contraire à ce que j'avais annoncé, et la solution aqueuse de salicine réduisit facilement la solution alcaline du tartrate cupro-potassique. Alors j'ai répété l'expérience en faisant une solution récente de salicine, laquelle n'a nullement réduit le sel de cuivre; ce fait a été l'origine du présent travail.

Le sucre de canne, en solution aqueuse, après un certain temps, se transforme en partie en glucose, et peut réduire les sels de cuivre et fermenter sous l'influence de la levûre de bière.

Les acides faibles favorisent une telle transformation, lentement à

froid et presque instantanément à chaud. La favorisent aussi la lumière et l'action de l'air atmosphérique.

La salicine et l'amygdaline se dédoubleront non-seulement sous l'influence des acides et de certains ferments; mais aussi sous l'action de l'eau, après un temps plus ou moins prolongé. La salicine, par la seule action de l'eau et du temps, met en liberté du glucose et de la saligénine; et l'amygdaline, par les mêmes influences, donne du glucose, de l'essence d'amandes amères et de l'acide cyanhydrique.

Voici une expérience qui montre à l'évidence le dédoublement de la salicine.

Une solution aqueuse de salicine préparée en 1858, et vérifiée inactive aux réactifs du glucose et de la saligénine, abandonnée à elle-même pendant quatre mois, à la lumière diffuse, dans un récipient de verre, bouché au liége, a donné après ce temps les réactions du glucose et de la saligénine.

Après un tel résultat j'ai continué les recherches sur la salicine et sur l'amygdaline et le sucre de canne. Les résultats principaux sont les suivants :

1° Une solution aqueuse de salicine, laissée dans l'obscurité en vases pleins et bouchés, manifeste à peine après quatre mois les réactions du glucose et de la saligénine;

2° Une solution aqueuse de salicine confinée dans l'obscurité dans un flacon bouché et à moitié plein, manifeste les réactions du glucose et de la saligénine après trois mois ;

3° Une solution aqueuse de salicine, tenue en récipients à moitié pleins, bouchés, et à la lumière diffuse, manifeste les réactions du glucose et de la saligénine bien avant les trois mois.

4° Une solution aqueuse de salicine à la lumière directe du jour, les autres conditions identiques aux précédentes, manifeste les réactions du glucose et de la saligénine pendant les deux premiers mois. Cette même solution, agitée plusieurs fois par l'éther pour dissoudre la saligénine libre, est apte, après la séparation de l'éther et l'ébullition du liquide aqueux, à donner de nouveau les réactions de la saligénine sous l'influence du temps et de la lumière ;

5° Une solution aqueuse de salicine portée à l'ébullition et filtrée à chaud, tenue en récipients pleins et dans l'obscurité, pendant six mois et plus, peut donner signe de la présence du glucose et de la saligénine.

6° Dans les solutions de salicine, sous l'influence de l'air et de la lumière, après la manifestation du glucose et de la saligénine, commence la fermentation lente et progressive du glucose, de manière qu'après quelque temps, par la distillation fractionnée du liquide, on peut isoler

quelques traces d'alcool, qui, par la chaleur, donne des vapeurs inflammables ;

7° L'amygdaline se comporte de la même manière que la salicine, c'est-à-dire qu'elle se dédouble en glucose, essence d'amande amère et acide cyanhydrique ; mais l'odeur de ces deux derniers produits est très-peu sensible, et quelquefois elle manque complétement, tandis qu'il est facile de constater la présence du glucose, qui, lui-même, à la longue, produit de l'alcool et des traces d'acide acétique;

8° Le sucre de canne en solution aqueuse se comporte, dans les mêmes conditions, comme la salicine et l'amygdaline : cependant le glucose qui est mis en liberté, subit la fermentation alcoolique et acétique. La mannite après douze mois et plus produit aussi du glucose sous l'influence de l'eau.

Il semble donc que l'eau opère sur les glucosides de la même manière que les acides faibles qui les dédoublent.

Il n'est pas improbable, par les faits déjà indiqués, que l'amygdaline, sous l'influence de l'organisme, de l'eau, des acides de l'estomac et de la chaleur animale, produise de l'acide cyanhydrique et par conséquent des cas d'empoisonnement.

DISCUSSION.

M. Riban dit que l'empois d'amidon contenant du chlorure de sodium, tel qu'on l'emploie dans les titrages, se transforme également en glucose, lorsqu'il est conservé pendant longtemps.

MM. Ch. FRIEDEL et CRAFTS

SYNTHÈSES A L'AIDE DU CHLORURE D'ALUMINIUM.

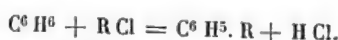
(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 26 août 1878. —

M. Friedel ajoute quelques faits nouveaux à ceux déjà publiés. Outre la pentaméthylbenzine et l'hexaméthylbenzine, M. Friedel et Crafts sont parvenus à isoler le *durol* ou tétraméthylbenzine solide.

Revenant à l'étude générale des réactions synthétiques si variées que l'on

peut accomplir au moyen du chlorure d'aluminium, M. Friedel montre que celles actuellement connues peuvent se rapporter à deux types bien distincts. Les unes, pareilles à celle dont il vient d'être question, consistent, en laissant de côté momentanément la présence du chlorure d'aluminium, en une élimination d'acide chlorhydrique entre l'hydrocarbure et un chlorure avec union des deux résidus :



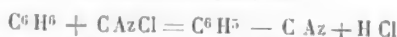
$$C^6 H^6 + R Cl = C^6 H^5 . R + H Cl.$$

Le chlorure peut être alcoolique comme dans l'exemple précédent, et la réaction fournit alors un hydrocarbure. Ce peut être aussi un chlorure d'acide, et le produit est alors une acétone. De plus, si les chlorures alcooliques ou acides renferment plusieurs atomes de chlore, la réaction se répète autant de fois et chaque atome de chlore se trouve, en définitive, remplacé par une fois le radical phényle.

Les bromures et les iodures peuvent réagir à la façon des chlorures.

Les chlorures des radicaux, tels que le cyanogène, ou même de corps simples, tels que le phosphore et le soufre, donnent également avec facilité et régularité des dérivés de la benzine.

Le chlorure de cyanogène fournit aussi le benzonitrile et des nitriles supérieurs correspondant aux acides phtaliliques, etc.



$$C^6 H^6 + C Az Cl = C^6 H^5 - C Az + H Cl$$

Avec le chlorure de soufre, la réaction est beaucoup plus facile et plus complète, mais elle est un peu plus complexe. Elle fournit du sulfure de phényle, et en même temps du disulfure de diphénylène et du sulfhydrate de phényle. Elle se passe comme si le chlorure de soufre $S^2 Cl^2$ se dédoublait en $S Cl^2$ et S.

$$2 C^6 H^6 + S^2 Cl^2 = (C^6 H^5)^2 S + 2 H Cl + S$$

Le sulfure de phényle, chauffé avec du soufre, donne le disulfure de diphénylène, et l'on verra plus loin que le soufre lui-même agit en présence du chlorure d'aluminium sur la benzine et donne du sulfhydrate de phényle.

Toutes les réactions dont il vient d'être question se rapportent à un même type. MM. Friedel et Crafts ont cherché à interpréter le rôle qu'y joue le chlorure d'aluminium et dont il n'a pas été tenu compte dans les équations, en admettant qu'il se forme tout d'abord une combinaison organo-métallique entre le chlorure d'aluminium et la benzine avec élimination d'acide chlorhydrique.

$$C^6 H^6 + Al^2 Cl^6 = C^6 H^5 . Al^2 Cl^5 + H Cl.$$

Ce serait sur ce composé que réagiraient les divers chlorures organiques ou inorganiques.

Cette hypothèse, déjà très-vraisemblable par elle-même, reçoit un appui considérable de la seconde série de réactions dont il vient d'être question. Ces dernières, en effet, en sont une conséquence immédiate. S'il se produit une combinaison organo-métallique $C^6 H^5 . Al^2 Cl^5$, celle-ci doit se comporter à la façon de l'aluminium-éthyle et du zinc-éthyle. Mise en présence de l'oxygène

avec ménagement, elle doit le fixer et donner des produits analogues aux éthylates de zinc, susceptibles d'être décomposés par l'eau en fournissant des dérivés oxygénés du carbure primitivement combiné au métal. C'est bien, en effet, ce qui a lieu : lorsqu'on fait passer un courant d'air sec ou d'oxygène dans la benzine additionnée de chlorure d'aluminium et doucement chauffée, il se forme du phénol :

$$C^6H^6 + O = C^6H^5.OH;$$

la réaction est en réalité la suivante :

$$C^6H^5.Al^2Cl^5 + O = C^6H^5.O.Al^2Cl^5.$$

$$C^6H^5.O.Al^2Cl^5 - H^2O = C^6H^5.OH. + Al^2Cl^5(OH).$$

De même avec le toluène, on obtient un crésylol liquide.

Le soufre se comporte d'une manière analogue, et donne du sulfhydrate de phényle, en même temps que du sulfure et du disulfure de diphénylène.

$$C^6H^6 + S = C^6H^6.SH.$$

On sait que les anhydrides carbonique et sulfureux sont susceptibles de se fixer sur certaines combinaisons organo-métalliques. Ces deux corps se comportent d'une manière tout à fait analogue avec le mélange de benzine et de chlorure d'aluminium.

L'acide carbonique donne de l'*acide benzoïque.*

$$C^6H^6 + CO^2 = C^6H^5 - CO^2H.$$

L'acide sulfureux réagit beaucoup plus facilement que l'acide carbonique et fournit abondamment de l'acide phénylhydrosulfureux.

$$C^6H^6 + SO^2 = C^6H^5.SO^2H.$$

Enfin, les anhydrides des acides organiques se comportent d'une manière analogue. L'anhydride phtalique fournit en abondance l'acide benzoylbenzoïque.

$$(C^6H^4CO)^2O + C^6H^6 = C^6H^5.CO.C^6H^4.CO^2H.$$

Les anhydrides d'acide monobasique, au lieu de donner un acide, engendrent une acétone : c'est ainsi que l'anhydride acétique, avec le mélange de benzine et de chlorure d'aluminium, donne du méthylbenzoyle en même temps que de l'acide acétique.

$$(CH^3.CO)^2O + C^6H^6 = C^6H^5.CO.CH^3 + CH^3.CO^2H.$$

Toutes ces réactions sont faciles à comprendre lorsqu'on admet l'hypothèse de la formation d'un composé organo-métallique de la benzine.

Beaucoup d'entre elles et d'autres analogues en plus grand nombre encore, pourront être employées pour réaliser la synthèse de termes divers connus ou nouveaux de la série aromatique. Ce sont des réactions aussi élégantes que fécondes.

MM. E. ADOR et A. RILLIET

HYDROCARBURES OBTENUS PAR L'ACTION DU CHLORURE DE MÉTHYLE SUR LA BENZINE EN PRÉSENCE DU CHLORURE D'ALUMINIUM.

— Séance du 21 août 1878. —

I. Lorsqu'on fait passer un courant de chlorure de méthyle sec dans de la benzine ou du toluène additionnés de chlorure d'aluminium, on obtient d'après la belle réaction due à MM. Friedel et Crafts les différents dérivés méthylés de la benzine. — Ayant dû à l'obligeance de ces Messieurs une certaine quantité de toluène traité de cette manière, nous avons examiné le produit de la réaction afin de déterminer quels sont exactement les isomères qui se forment dans cette synthèse intéressante.

En rectifiant les portions bouillant de 130° — 145° au moyen d'un appareil à boules muni de treillis en fil de platine, nous avons obtenu 2 portions bouillant la 1re de 134° — 138°, la 2e de 138° — 141° (baromètre 730mm), correspondant aux xylènes.

L'analyse fournit les chiffres suivants :

	1re portion (134° — 138°),	2e portion (138° — 141°)		Calculé $C^6H^4(CH^3)^2$
C =	88.97	88.33	88.91	90.57
H =	9.95	9.74	9.81	9.43

En traitant ces produits au réfrigérant ascendant avec du sodium pendant quelques heures, les points extrêmes d'ébullition furent encore rapprochés et une nouvelle analyse donna de meilleurs résultats.

C = 90.8 H = 9.5

Pour déterminer la position relative des groupes méthyles dans le ou les xylènes ainsi obtenus synthétiquement, nous avons eu recours à l'oxydation. 30 grammes de la portion bouillant de 138° — 140° furent oxydés par de l'acide nitrique étendu de 6 vol. d'eau en les maintenant en ébullition pendant 36 heures avec réfrigérant ascendant. Le xylène non oxydé est redistillé ensuite dans un courant de vapeur d'eau.

Les acides produits sont extraits de l'eau par l'éther, réduits par le zinc et l'acide chlorhydrique pour décomposer ce qui peut s'être formé de produits nitrés et enfin redistillés avec un courant de vapeur d'eau. — Par ce traitement nous avons obtenu 1/2 gramme seulement d'un mélange d'acides fondant mal vers 105° ; 28 grammes d'hydrocarbure furent retrouvés non attaqués.

Ces acides furent de nouveau oxydés au bain-marie en dissolution alcaline par le permanganate de potasse afin d'obtenir les acides bibasiques dont la formule est $C^6H^4(COOH)^2$. — La réaction terminée, nous avons obtenu par précipitation avec l'acide chlorhydrique, un précipité assez volumineux formé de fines aiguilles. — L'acide phtalique s'il s'en était formé, devait se trouver en dissolution. — Le liquide concentré et extrait par l'éther fournit un acide fondant au-dessus de 290° en se sublimant. — Le sel ammoniacal neutre ne donnait, avec le chlorure de baryum, qu'un très-léger trouble. — Par conséquent dans le liquide provenant de l'oxydation, il n'y avait point d'acide phtalique (1). Cet acide fut alors recherché dans le précipité produit par l'acide chlorhydrique. Le tout fut dissous dans la baryte et l'on y fit passer un courant d'acide carbonique, et après ébullition fut filtré à froid. Il pouvait rester sur le filtre un mélange de téréphtalate, de phtalate et de carbonate de baryte, En traitant par l'acide chlorhydrique, puis reprenant par l'éther, on obtient un acide très-peu soluble dans l'eau bouillante sublimant sans fondre. C'était par conséquent de l'acide téréphtalique sans traces de l'acide phtalique. — Le liquide filtré et évaporé fournit un sel qui fut analysé après dessiccation sur l'acide sulfurique. L'analyse montra qu'il renfermait 38,40 0/0 de baryum; le calcul pour l'isophtalate de baryte $C^6H^4(COO)^2Ba + 3Aq$ donne 38,59 0/0 de baryum.

Un second essai fut fait en oxydant 17 grammes de la portion bouillant de 135° — 138° par le chromate de potasse et l'acide sulfurique. — Après purification et transformation des acides en sels de baryte par la même méthode que ci-dessus, on obtint finalement deux sels de baryte, l'un soluble, l'autre insoluble. Le premier fournit à l'analyse 38,96 0/0 de baryum (calculé 38,59 0/0). Transformé en sel de chaux, il fournit à une nouvelle analyse 19,10 0/0 de calcium et perdit par dessiccation à 160° 15,7 0/0 eau. Le calcul correspondant à $C^6H^4(COO)^2Ca + 2Aq$ fournit $Ca = 19{,}60$ 0/0 $2Aq = 15{,}0$ 0/0.

L'acide séparé de ces sels et cristallisé dans l'eau bouillante se présente sous forme d'aiguilles fines fusibles au-dessus de 300° et sublimables, c'est donc de l'acide isophtalique.

Quant au sel de baryte insoluble, il ne renfermait pas d'eau, ce que montra une dessiccation poussée à 170°. Une analyse fournit 45,78 0/0 baryum (calculé 45,51 0/0). — L'acide séparé du sel était très-peu soluble dans l'eau, mal dans l'éther et se sublimait sans fondre; il possédait donc tous les caractères de l'acide téréphtalique. La quantité en était du reste fort petite. — Ces divers résultats montrent que les xylènes synthétiques obtenus par la méthode de MM. Friedel et Crafts ne

(1) Voy. Jacobsen. Berichte der deutschen Chemischen Gesellschaft X. 1013.

renferment pas ou tout au moins fort peu d'orthoxylène (1,2), un peu du paraxylène (1,4) et principalement de l'isoxylène (1,3). — En admettant que le paraxylène s'oxyde même plus facilement que l'isoxylène, nous ne croyons pas que la proportion du 1er dépasse 5 0/0 du 2me.

Un dernier essai fut fait en vue de s'assurer de l'absence réelle de l'orthoxylène. — Pour cela nous avons traité l'hydrocarbure par l'acide sulfurique suivant la méthode de Jacobsen (*loc. cit.*). En employant l'acide ordinaire et en chauffant au bain-marie presque tout se dissout, preuve de la petite quantité de paraxylène qui existe dans le mélange. La portion dissoute fut transformée en sel de soude, mais ne pouvant obtenir les cristaux caractéristiques du sel de soude dérivant de l'orthoxylène, le tout fut transformé en chlorure, puis par le zinc en poudre, en sulfites, et enfin par la soude en sel de soude. Là encore nous n'avons pu retrouver les formes caractéristiques du dérivé de l'orthoxylène; l'acide séparé de la première cristallisation était semi-liquide et non cristallin, même après purification et après plusieurs semaines.

II. Après plusieurs rectifications des portions bouillant de 150° — 170° de notre produit brut, nous avons isolé deux fractions bouillant l'une de 158° — 163°,5, l'autre de 163°,5 — 167°.

Analysées, elles ont données :

	La 1re	La 2me	Théorie
C	89,09 0/0	89,97 0/0	90,0/0
H	10,12 0/0	10,06 0/0	10,0/0

Elles correspondent donc aux triméthylbenzines. — Pour identifier ces produits, nous nous sommes servis de deux méthodes : la transformation en dérivés trinitrés et la transformation en dérivés sulfoconjugués qui furent ensuite amidés suivant la méthode de Jacobsen (1).

La portion bouillant de 158° — 163°,5 fut versée goutte à goutte dans un mélange de deux parties d'acide sulfurique et d'une partie d'acide nitrique fumant. En chauffant au bain-marie pour terminer la réaction, versant dans l'eau et traitant par le carbonate de soude pour neutraliser l'excès d'acide, on finit par obtenir une masse qui, cristallisée plusieurs fois, finit par donner le trinitropseudomène fusible à 185°, et le trinitromésitylène fusible à 232°. Il reste un produit plus soluble dans l'alcool qui, retraité par l'acide nitrique, fournit de nouveau une certaine quantité des isomères que nous venons de mentionner, ainsi qu'une très-petite quantité de produits fusibles au-dessous de 130°. — Les deux isomères paraissaient en quantité égale et, sauf un peu de trinitroxylène, nous n'avons

(1) Berichte d. d. Chem. Gesellschaft IX, 256.

pas trouvé quantité appréciable d'un produit qui pût dériver d'une troisième triméthylbenzine.

Une partie de la portion bouillant de 163°,5 à 167° fut dissoute dans un mélange d'acide sulfurique fumant et d'acide concentré ordinaire, puis versé dans la moitié de son volume d'eau. — La saturation se fit ensuite à chaud par le carbonate de soude, par refroidissement; tout le sel organique se déposa, les eaux mères n'en renfermant plus trace. — Les cristaux furent ensuite triturés par portion de 60 gr. avec du pentachlorure de phosphore en quantité égale, puis enfin, après enlèvement de l'oxychlorure de phosphore, par l'ammoniaque. — Les cristaux qui se déposent peu à peu furent dissous dans la soude, précipités par l'acide chlorhydrique et enfin dissous dans l'alcool. Par évaporation, les premiers cristaux qui se présentèrent avaient la forme de paillettes quadrangulaires fusibles à 176°. C'était donc l'amide de l'acide sulfopseudocumènique à l'état de pureté. — Par des cristallisations répétées des eaux mères, nous obtînmes également le composé correspondant du mésitylène, sous forme de longues aiguilles fusibles à 141°. — L'alcool ne renfermait pas d'autres corps, par conséquent aucun dérivé d'un troisième triméthylbenzine. — La proportion du mésitylène était d'environ 15—20 0/0 du pseudocumène, ce qui semble indiquer que le pseudocumène se forme aux dépens du métaxylène en plus grande quantité que son isomère mésitylène, au moins à la température de 75° — 80° qui était celle de la réaction du chlorure de méthyle.

La petite quantité de paraxylène qui par l'introduction du groupe méthyle ne peut donner que du pseudocumène ne suffit pas, en effet, à expliquer la forte proportion de ce corps qui existe dans le mélange.

Il peut se faire que les dérivés de l'orthosérie du xylène entrent plus facilement en réaction avec le chlorure de méthyle et le transforment tout de suite en dérivés penta ou hexaméthylés, ce qui expliquerait pourquoi on ne retrouve dans ces produits ni orthoxylène (1 — 2) ni une triméthylbenzine (1 — 2 — 3).

M. WILLM

Chef des travaux chimiques à la Faculté de médecine de Paris.

SUR LA COMPOSITION DES EAUX DE CHALLES ET DE ROYAT.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 24 août 1878.* —

M. WILLM indique sommairement le résultat des analyses qu'il a été appelé à faire de quelques eaux minérales de Savoie et d'Auvergne, et décrit la marche qu'il a suivie pour le dosage de quelques-uns de leurs principes minéralisateurs, notamment le soufre pour les premières, le lithium et l'arsenic pour les secondes.

L'eau de Challes, en Savoie, est remarquable à la fois par sa richesse exceptionnelle en principes sulfurés, et par sa forte teneur en iode. Le titre sulfhydrométrique de cette eau indique environ $0^{gr},210$ de soufre actif par litre, soit $0^{gr},360$ de sulfhydrate de sodium. L'action de sulfate de manganèse sur cette eau, action dans laquelle la moitié du soufre est dégagée à l'état d'acide sulfhydrique, tandis que l'autre moitié est précipitée sous la forme de sulfure de manganèse, montre bien que le principe sulfuré est essentiellement du sulfhydrate alcalin. Ce sulfhydrate est accompagné de bicarbonate de sodium. La teneur en iode de l'eau de Challes correspond à $0^{gr},011$ d'iodure de sodium par litre.

Les eaux d'Auvergne, examinées par M. Willm sont celles de Royat, de Saint-Nectaire et de Chatel-Guyon. Les deux premières sont des eaux bicarbonatées alcalines; les dernières sont des eaux salines purgatives.

Les eaux de Royat renferment, suivant les sources, de 2 à 4 grammes de matières fixes par litre, parmi lesquelles $0^{gr},7$ à $1^{gr},4$ de bicarbonate de lithium. Ces eaux renferment en outre de 3 à 7 dixièmes de milligramme d'arsenic par litre, sans doute sous la forme d'arséniate de fer.

Les eaux de Saint-Nectaire sont plus minéralisées que les eaux de Royat. Elles contiennent de 3 grammes à $3^{gr},3$ de bicarbonates alcalins, avec $0^{gr},05$ à $0^{gr},10$ de bicarbonate de lithium, soit le double de la teneur des eaux de Royat. L'arsenic y est contenu dans la proportion de $0^{mgr},4$ à $0^{mgr},9$ par litre.

Enfin les eaux de Chatel-Guyon renferment environ 6 grammes de matières salines par litre, parmi lesquelles 2 grammes environ de carbonate de magnésium et de calcium, $1^{gr},3$ de chlorure de magnésium, $1^{gr},8$ de chlorure de sodium, $0^{gr},014$ de chlorure de lithium, $0^{gr},5$ de sulfate de sodium. On y a trouvé de $0^{mgr},3$ à $0^{mgr},6$ d'arsenic.

M. L. HENRY

Professeur à l'Université de Louvain.

NOUVEL HYDROCARBURE : DIALLYLÈNE (1).

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 24 août 1878.* —

M. L. Henry entretient la section d'un nouvel hydrocarbure, du diallylène $C^6 H^8$, qui, par sa formule et ses propriétés, vient se placer entre le diallyle et ce remarquable hydrocarbure, isomérique avec la benzine, le dipropargyle découvert également par cet auteur.

C^6H^{10}	C^6H^8	C^6H^6
Diallyle	Diallylène	Dipropargyle

Il l'a préparé en traitant l'allylacétone

$$C^3H^5—CH^2—CO—CH^3$$

par le perchlorure de phosphore et décomposant le chlorure obtenu par la potasse alcoolique. Le diallylène est un liquide incolore, bouillant vers 72°, possédant des propriétés acétyléniques ; il donne avec la solution ammoniacale de chlorure cuivreux un précipité jaune serin. Il est susceptible de fixer directement six atomes de brome, de manière à produire l'hexabromure $C^6H^8Br^6$. M. Henry entre dans quelques développements sur la constitution de cethydrocarbure, qui appartient à la fois aux séries de l'éthylène et de l'acéthylène.

M. L. HENRY

Professeur à l'Université de Louvain.

PRÉPARATION DES IODURES DES ALCOOLS NON SATURÉS.

(EXTRAIT.)

— *Séance du 24 août 1878.* —

On peut préparer commodément, comme l'on sait, la plupart des éthers iodhydriques par la réaction du phosphore et de l'iode sur l'alcool correspondant.

En ce qui concerne $C_3H_5I_0$, j'avais remarqué après la distillation du mélange de C_3H_5OH, Ph et Io, additionné d'eau et refroidi, des aiguilles cristallines en petite quantité.

L'idée m'est venue d'introduire avant toute distillation le mélange propre à

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, juillet 1878.

donner l'éther dans de l'eau fortement refroidie; une partie du liquide brun se prend en cristaux. Ceux-ci sont insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et l'éther d'une odeur très-piquante, parfaitement blancs, ils noircissent vite à la lumière; chauffés avec de l'eau, ils donnent, à côté d'une masse goudronneuse, de l'iodure d'allyle. Ils fondent, si je me rappelle bien, vers 45°, — mes notes me font défaut ici pour donner ce chiffre exactement.

Ces cristaux sont du phosphite de bi-iodo-allyle

$$\begin{matrix} Io_2\,C_3\,H_5 \\ Io_2\,C_3\,H_5 \end{matrix} > HPh\,O_2$$

La formation de ce corps explique donc le rendement trop faible en iodure d'allyle dans cette opération.

Avec l'alcool propargylique, il se forme un composé doublement bi-iodé analogue que j'ai à tort décrit comme étant l'iodure de propargyle.

M. JOLLY

Pharmacien à Paris.

DU MODE DE COMBINAISON DU FER DANS LE SANG ET PRINCIPALEMENT DANS LE GLOBULE SANGUIN.

— *Séance du 24 août 1878.* —

Si les éléments organiques qui entrent dans la composition du sang sont bien connus, il n'en est pas de même de ses principes minéraux. Parmi ceux-ci, nous citerons le fer, dont la constitution a donné lieu aux hypothèses les plus variées.

Vers le milieu du siècle dernier (1746), Galéati, médecin de Bologne, constatait l'existence du fer dans les cendres provenant de la combustion du corps des animaux. Quelques années plus tard, Menghini, médecin de la même ville, démontrait l'existence du fer dans le sang et surtout dans les globules rouges.

En s'appuyant sur la couleur rouge des cendres du sang, tout le monde conclut, sans autres recherches, à l'existence du fer sous forme d'oxyde.

Fourcroy, cependant, admit que le fer existait dans le globule sanguin à l'état de phosphate de sesquioxyde en dissolution dans l'albumine.

Les analyses d'Enderlin, dont les résultats sont consignés dans l'ouvrage classique de M. Fremy, indiquent que le fer existe dans le sang à l'état de phosphate.

Les travaux de M. Hoppe Seyler sur l'hémoglobine ont remis en vogue

une hypothèse ancienne concluant à l'existence du fer dans le globule sous forme de métal intégré dans une molécule organique. Ce chimiste, toutefois a, constaté la présence de l'acide phosphorique dans l'hémoglobine du sang d'oie.

Enfin, en 1872, M. Boussingault signalait la présence du phosphate de fer en forte proportion parmi les principes minéraux d'une hématosine dont le mode de préparation n'a pas été indiqué.

On voit, par ce court historique, qu'il existait des présomptions sérieuses pour admettre que le fer existe dans le globule sous forme de phosphate, mais cela restait à démontrer; c'est ce qui nous a engagé à entreprendre les travaux sur lesquels nous désirons attirer votre attention.

Voici l'exposé de nos recherches sur cette question.

I. — Recherches des principes phosphatés dans les globules sanguins.

Nos expériences ont été faites avec du sang de bœuf; elles comprennent deux opérations principales : l'extraction des globules et la recherche des principes minéraux.

Le procédé dont on se sert le plus ordinairement pour l'extraction des globules est celui qu'a indiqué M. Dumas; mais comme il exige du sang très-frais et ne permet d'opérer que sur de faibles quantités, nous avons dû en chercher un autre. Celui dont nous nous sommes servi ne donne pas les globules intacts, car ils sont complétement désagrégés, mais il a fourni les éléments globulaires en quantité suffisante pour nos analyses.

Cinq litres de sang, préalablement défibrinés par le battage, sont étendus de deux fois leur volume d'eau ordinaire. On y verse peu à peu en agitant continuellement, un excès de sous-acétate de plomb liquide (un litre environ) qui forme avec l'albumine du sérum une combinaison insoluble. Au bout d'une heure on filtre, et l'on obtient une liqueur d'un beau rouge vermeil composée d'éléments globulaires et d'un excès de plomb. On précipite ce plomb par le carbonate de soude, et on le sépare par une nouvelle filtration. Les éléments globulaires sont à leur tour précipités par l'acide sulfurique étendu d'eau préalablement, afin d'éviter toute élévation de température. On obtient un coagulum noirâtre nageant dans un liquide incolore que l'on sépare en jetant le tout sur un linge et lavant avec de l'eau additionnée d'un millième d'acide sulfurique. Ce précipité fortement exprimé est séché à l'étuve ; il renferme tous les matériaux du globule. La précipitation par l'acide sulfurique offre l'avantage d'éliminer la partie aqueuse du sérum et tous les principes minéraux qu'elle renferme.

100 grammes de globules parfaitement desséchés sont introduits dans

un creuset d'assez grande capacité, muni d'un couvercle ; le tout, placé dans un foyer ordinaire, est chauffé progressivement à une température modérée, mais suffisamment élevée pour transformer la masse en charbon. La carbonisation est continuée jusqu'à ce que tout dégagement de vapeur ou de fumée ait cessé. Ce charbon refroidi est finement pulvérisé, puis lessivé par l'eau distillée bouillante en grand excès. Cette eau de lavage renferme les sels alcalins du globule ; comme elle est alcaline au tournesol, on l'acidifie d'abord avec un peu d'acide chlorhydrique, puis on ajoute en excès de l'ammoniaque, du sulfate de magnésie et du chlorhydrate d'ammoniaque en solutions. Il se forme un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien que l'on recueille après 5 ou 6 heures de repos ; ce précipité lavé est redissous dans l'eau acidulée et l'acide phosphorique est dosé par la méthode volumétrique aux sels d'urane ; il donne :

Acide phosphorique. 0,015

Comme nous savons que la potasse prédomine dans le globule, les eaux de lavage étant alcalines, nous admettons que l'acide phosphorique est combiné à la potasse à l'état de phosphate trimétallique 3 (KO), PhO^5, la quantité d'acide phosphorique qui précède correspond à :

Phosphate trimétallique de potasse. . . . 0,046 milligr.

Le charbon lessivé à l'eau distillée ne renferme plus que les sels insolubles du globule ; on l'humecte d'environ 30 gr. d'acide chlorhydrique pur et on l'abandonne pendant douze heures en agitant de temps en temps ; on ajoute ensuite de l'eau distillée que l'on porte à l'ébullition pendant un quart d'heure, puis l'on filtre après quelques minutes de repos. On continue à lessiver le charbon à l'eau acidulée bouillante, tant que le liquide précipite par l'ammoniaque. Toutes les liqueurs réunies sont additionnées d'un excès d'ammoniaque et abandonnées au repos pendant douze heures. Le précipité qui se forme est d'abord blanc, puis il prend une teinte verdâtre, et lorsqu'il n'y a pas beaucoup de liquide, il passe rapidement au rouge ; ces divers changements de couleur indiquent nettement que le fer est au minimum d'oxydation. Ce précipité, de composition complexe, renferme les phosphates terreux et le principe ferrugineux du globule ; après filtration et lavage on le redissout dans l'eau distillée additionnée de la plus petite quantité d'acide chlorhydrique pur et de 4 gr. d'acide citrique, puis on y ajoute un excès d'acétate de soude, dans le but de fixer l'acide chlorhydrique qui se substitue à l'acide acétique dans sa combinaison et le met en liberté. Dans cette liqueur on précipite la chaux par l'oxalate d'ammoniaque ; le précipité d'oxalate de chaux est recueilli, lavé, puis calciné ; le carbonate de chaux résultant de la calcination renferme :

Oxyde de calcium. . . . . 0,015 milligr.

Ce poids de chaux correspondant à 0,012 d'acide phosphorique, le résultat devient :

Phosphate de chaux . . . . 0,027 milligr.

Les eaux mères réunies aux eaux de lavage du précipité calcaire sont sursaturées par l'ammoniaque, et l'on précipite tout l'acide phosphorique qu'il renferme à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Dans ce précipité on détermine l'acide phosphorique par la solution titrée d'urane ; le résultat obtenu est ;

Acide phosphorique. . . . . 0,400 milligr.

Les eaux mères de ce nouveau précipité, réunies aux eaux de lavage, sont traitées par le sulfhydrate d'ammoniaque, afin de précipiter tout le fer à l'état de sulfure. Ce précipité est redissous dans l'acide sulfurique et le fer y est dosé par le permanganate de potasse : nous trouvons :

Protoxyde de fer. . . . . 0,600 milligr.

Des 400 milligr. d'acide phosphorique trouvés plus haut, il faut retrancher 0,012 milligr. qui sont combinés à la chaux, il reste donc 388 milligr. d'acide phosphorique qui ne peuvent être combinés qu'au fer.

Si l'on compare ces chiffres, 0,388 milligr. d'acide phosphorique et 0,600 de protoxyde de fer à leurs équivalents respectifs, on voit qu'ils correspondent sensiblement à la formule $3\ (Fe\,O), Ph\,O^5$. C'est-à-dire que le fer existe dans le globule à l'état de phosphate trimétallique de protoxyde.

100 gr. de globules secs de sang de bœuf nous ont donné les résultats suivants :

Phosphate de potasse.	0,046 milligr.
Phosphate de chaux	0,027 —
Phosphate de protoxyde de fer.	0,988 —

Le procédé que nous venons de décrire n'est pas parfait, nous le savons ; il exige des précautions très-minutieuses ; mais il a l'immense avantage de ne pas altérer la combinaison du fer hématique.

II. — Expériences qui rendent compte des divergences d'opinions émises sur la constitution du fer hématique.

Dans les recherches précédentes, nous avons substitué la carbonisation à l'incinération, persuadé que si certaines combinaisons salines peuvent résister à l'action prolongée de la chaleur en présence du charbon et des autres éléments minéraux, le principe ferrugineux devait subir une modification plus ou moins profonde.

Partant de là, nous avons voulu savoir quelle sorte d'action exercent, d'une part les carbonates alcalins résultant de la décomposition des sels organiques alcalins du sang, d'autre part le charbon produit par la des-

truction des matières azotées, sur l'élément ferrugineux du globule, c'est-à-dire sur le phosphate de fer ; pour cela nous avons fait les trois expériences suivantes :

1° 50 centigr. de phosphate ferrique Fe^2O^3, PhO^5, ont été mélangés avec partie égale de bitartrate de potasse, et calcinés pendant cinq minutes dans une petite capsule de platine ;

2° Un mélange identique au précédent a été calciné pendant un quart d'heure ;

3° 50 centigr. de phosphate ferrique mélangés avec 5 grammes de sucre ont été calcinés pendant une demi-heure (la combustion du carbone fut incomplète).

	Acide phosphorique.
Le phosphate ferrique qui a servi à nos expériences renfermait pour 50 centigr.	0.240
Dans la première expérience, qui a duré cinq minutes, le sel alcalin a enlevé au phosphate de fer.	0.060
Dans la deuxième expérience qui a duré un quart d'heure, le sel alcalin a enlevé au phosphate de fer	0.200
Dans la troisième expérience, quoique la combustion fût incomplète, le phosphate de fer a perdu	0.140

Les dosages d'acide phosphorique ont été faits par la méthode volumétrique aux sels d'urane. Pour l'analyse du phosphate de fer, l'acide phosphorique avait été préalablement séparé de sa combinaison à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

Ces expériences démontrent :

1° Que la calcination est une méthode défectueuse lorsqu'elle est appliquée à l'analyse du sang pour la recherche de l'élément ferrugineux ;

2° Que les résultats varient suivant la durée de l'opération et la composition des matières soumises à l'analyse ;

3° Que la carbonisation en vase clos, à une température aussi basse que possible doit être préférée (1).

III. — Extraction du phosphate de fer du sang.

Lorsque nous avons présenté la première partie de ces recherches dans lesquelles nous avons établi par l'analyse que le fer existe dans le globule sanguin à l'état de phosphate trimétallique de protoxyde et seulement sous cette forme, nos conclusions ont été contestées. Les uns ont dit que ces conclusions étaient de pures hypothèses ; M. le doc-

(1) Tous les travaux qui précèdent ont été faits en collaboration avec le docteur Paquelin.

teur Thudicum, de Londres, a prétendu que nous avions attribué au fer de l'hémoglobine l'acide phosphorique appartenant à la myéline phosphorée qui existe dans les globules.

En réponse à ces critiques nous avons cherché à extraire le phosphate de fer des globules hématiques et nous avons exposé dans la classe 47 (Exposition universelle) un échantillon de près de 100 grammes de phosphate de fer que nous avons retiré du sang de bœuf par le procédé suivant :

Nous nous sommes procuré aux abattoirs une grande quantité de caillot de sang ; on donne ce nom aux globules sanguins emprisonnés par la fibrine dont le sérum s'est écoulé. Ce caillot est d'abord chauffé progressivement dans une chaudière afin de le coaguler ; après cette opération la matière s'émiette et se divise facilement, ce qui permet une dessiccation rapide. Le produit bien séché est introduit par fractions dans un grand pot en terre réfractaire placé au centre d'un foyer, autour duquel on entretient constamment un feu modéré. Dès que la masse est complétement carbonisée, ce que l'on reconnaît à la disparition de la fumée et des vapeurs, on enlève la masse charbonneuse et l'on recharge le pot de nouvelle matière.

Le charbon refroidi est finement pulvérisé, puis d'abord lessivé à l'eau bouillante afin d'enlever tous les sels solubles, phosphates alcalins et autres, et aussi l'acide phosphorique pouvant provenir de la décomposition des myélines phosphorées du docteur Thudicum ; on le soumet ensuite à une série de décoctions avec de l'eau additionnée d'acide chlorhydrique pur, tant que l'ammoniaque ajoutée à un peu de liqueur y produit un trouble. Toutes les liqueurs acides réunies sont traitées par un excès d'ammoniaque; au bout de vingt-quatre heures le précipité étant déposé on le lave avec soin par décantation, puis on le verse sur un filtre ou une toile à tissu serré. On le redissout dans l'acide chlorhydrique étendu en ayant soin d'employer le moins d'acide possible ; la dissolution est étendue d'eau de façon que chaque litre de liqueur ne renferme pas plus de dix grammes de phosphate de fer approximativement. On ajoute alors successivement de l'acétate de soude en cristaux dont on facilite la dissolution en agitant fréquemment. Connaissant la quantité d'acide chlorhydrique que l'on a employé pour redissoudre le précipité de phosphate de fer, on détermine la quantité d'acétate de soude qu'il faut ajouter pour que sa base soit suffisante pour saturer l'acide chlorhydrique employé, on ajoute un faible excès d'acétate.

Au contact de l'acétate de soude, l'acide chlorhydrique s'empare de sa base, se transforme en chlorure de sodium et met l'acide acétique en liberté. Or comme le phosphate de fer qui était dissous dans l'acide

chlorhydrique dilué est insoluble dans l'eau chargée d'acide acétique, on le voit se déposer à mesure que s'opère cette substitution. Au bout de 24 heures le dépôt est complètement terminé ; le précipité jeté sur un filtre est lavé avec de l'eau aiguisée d'un peu d'acide acétique puis séché.

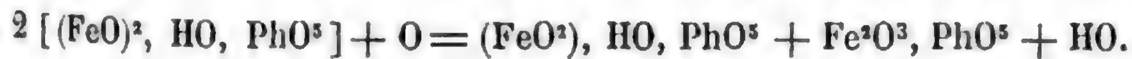
Le phosphate de fer que l'on retire du sang par ce procédé est du phosphate de sesquioxyde, il a une couleur jaune orangé plus ou moins foncée parce qu'il est entaché d'une certaine quantité de sesquioxyde de fer qu'il retient probablement à la façon des laques.

Le phosphate de fer que nous avons retiré du sang est différent, on le voit, de celui qui existe dans le globule, en voici la raison :

Le fer se trouve, avons-nous dit, à l'état de phosphate trimétallique de protoxyde 3 (FeO), PhO^5 dans le globule ; jusqu'alors nous ne le connaissons sous cette forme que dans cette organite. Dissous à la faveur d'un acide, puis précipité par l'ammoniaque, il se dissocie et se scinde en deux parties, d'une part, du phosphate ferreux bimétallique, d'autre part, du protoxyde de fer qui rougit rapidement en se suroxydant :

$$3\,(FeO),\ PhO^5 + HO = 2\,(FeO),\ HO,\ PhO^5 + FeO.$$

Nous savons encore que le phosphate ferreux bimétallique se suroxyde au contact de l'air et se transforme en un phosphate mixte que l'on considère comme un mélange de phosphate de protoxyde et de phosphate de sesquioxyde de fer :



$$2\,[(FeO)^2,\ HO,\ PhO^5] + O = (FeO^2),\ HO,\ PhO^5 + Fe^2O^3,\ PhO^5 + HO.$$

Ainsi, pendant cette première phase de l'opération, les deux tiers de l'oxyde de fer du phosphate hématique se sont suroxydés.

Le produit de la première précipitation présente une composition complexe ; outre le phosphate et l'oxyde de fer il renferme encore des phosphates terreux. La deuxième opération a donc pour but de purifier le phosphate de fer.

Quand on traite la dissolution chlorhydrique par l'acétate de soude ; en vertu de la loi sur la statique des dissolutions salines, c'est du phosphate ferrique qui se dépose de préférence parce qu'il est plus stable que le phosphate ferreux et le protoxyde de fer passe à l'état d'acétate de fer, forme sous laquelle il achève de s'oxyder. Le phosphate de fer en se déposant entraîne une partie de l'oxyde de fer de l'acétate (composé instable) c'est pourquoi il prend la couleur rouge sous laquelle nous le voyons.

Nous pensons que le phosphate et l'oxyde de fer ont une certaine

affinité l'un pour l'autre, parce que nous n'avons jamais pu le décolorer complètement. Nous ne pouvons cependant pas admettre que la combinaison soit définie parce que la quantité d'oxyde de fer entraîné varie selon la concentration des liqueurs.

M. le Dr Ch. BRAME

De Tours.

DÉFINITION DU SEL EN CHIMIE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 26 août 1878.* —

M. le docteur Brame donne la définition suivante : le sel est un composé chimique binaire ou plus complexe qui peut toujours, avec ou sans le concours des éléments de l'eau, reproduire ses générateurs dualistiques c'est-à-dire un ou plusieurs acides ou corps jouant le rôle d'acides (corps électro-négatifs) et une ou plusieurs bases ou corps faisant fonction de bases (corps électro-positifs).

M. S. de LUCA

Professeur de chimie à l'Université de Naples (Italie).

RECHERCHES CHIMIQUES SUR LES PRODUITS DE LA SOLFATARE DE POUZZOLES (1).

— *Séances du 26, 27 et 28 août 1878.* —

I. — Gaz et vapeurs.

Il existe, sur une partie de la surface du vaste cratère de la solfatare de Pouzzoles, des émanations diverses de gaz et vapeurs qui prennent le nom de *fumerolles*. La plus importante fumerolle sort de ce que l'on appelle la *bouche de la solfatare*, sous une grande pression et avec un bruit violent, semblable à celui que produit une machine à vapeur en action. Dans le voisinage de cette bouche, le sol est presque

(1) M. S. de Luca ayant fait trois communications sur la solfatare à des dates différentes, elles ont été réunies en une seule pour en faciliter la lecture.

couvert de fumerolles, mais celles-ci ne ressemblent aucunement à la grande; les gaz et les vapeurs qui s'en dégagent et se jettent dans l'atmosphère le font sans aucun bruit, et l'œil les distingue seulement à distance, à cause des vapeurs qui se condensent dans l'atmosphère sous forme de fumées blanches, comme la vapeur produite par l'eau en ébullition. La température de ces fumerolles secondaires ne s'élève pas au delà de 97° centigrades au point d'émission, tandis que dans la grande fumerolle de la bouche de la solfatare, le thermomètre centigrade indique, vers la partie extérieure où la vapeur est encore invisible, 112 degrés et même davantage,

Les gaz qui se dégagent soit de la grande fumerolle, soit des autres, sont toujours accompagnés d'une quantité considérable de vapeurs d'eau. Celles-ci, au contact de l'air, passent en partie à l'état liquide et se fixent sous forme de gouttelettes, sur les parties externes. Grossies par la condensation de nouvelles quantités de vapeur, elles tombent ensuite d'une manière presque continue sur le sol, dont la chaleur naturelle les réduit de nouveau en vapeur.

Un corps froid quelconque exposé aux vapeurs de la fumerolle se recouvre instantanément de gouttes d'eau. Mais tandis que sur la paroi extérieure de la grande fumerolle il ne se dépose que du soufre cristallisé, sur celles des fumerolles secondaires le soufre se dépose continuellement, de façon que partout où l'on trouve sur le sol des efflorescences de soufre, on est certain que là une fumerolle existe ou a existé.

De l'hydrogène sulfuré se dégage de toutes les fumerolles, quoique la quantité en soit fort minime : le papier imprégné d'une solution d'acétate de plomb, ainsi que les cristaux de sulfate de cuivre, noircissent lorsqu'on les met en contact avec les matières qui s'échapppent des fumerolles. Les monnaies d'argent, laissées quelques instants au contact du sol chaud de la solfatare, brunissent d'abord et finissent par noircir.

Les fumerolles de la solfatare contiennent aussi de l'acide carbonique, mais en quantité variable, non-seulement entre les diverses fumerolles, mais encore d'une heure à une autre.

Ayant fait passer par l'action d'un grand aspirateur les gaz et vapeurs de la grande fumerolle à travers trois récipients de verre à deux tubulures, reliés par des caoutchoucs à des tubes de verre effilés aux deux extrémités, il s'est condensé une grande quantité de liquide dans les récipients tubulés, particulièrement dans ceux refroidis par un courant d'eau froide ou par un mélange de neige et de sel marin.

On a fait fonctionner cet aspirateur, dont la capacité est de 200 litres, pendant plus de trois heures, avec un écoulement de liquide d'environ 50 litres à l'heure. Les tubes effilés ont été ensuite fermés en fondant à

la lampe leurs extrémités, et les liquides condensés dans les récipients tubulés ont été conservés dans ces mêmes vases après en avoir bien bouché les tubulures.

La prise de gaz et de vapeurs a été faite au moyen d'un long tube de verre vert, entièrement ouvert à une extrémité et effilé de l'autre pour pouvoir être relié et mis en communication avec les récipients, tubes et aspirateurs sus-mentionnés. Ce tube très long pénétrait par son extrémité ouverte dans la partie intérieure de la bouche de la solfatare à environ 3 mètres.

On a procédé, avant tout, à l'examen du liquide condensé dans le premier récipient tubulé placé près de la bouche, c'est-à-dire, dans un milieu très chaud. Le liquide était assez troublé à cause de certaines matières en suspension, de couleur jaunâtre; des substances colorées en rouge brun étaient déposées au fond du vase. Au moment où le récipient a été détaché du reste de l'appareil, le liquide marquait 62 degrés au thermomètre centigrade, contenait des traces de chlorures, de sulfites et de sulfates, du fer et de l'ammoniaque, tandis que les matières en suspension et déposées étaient représentées par des sulfures d'arsenic. Le long tube de verre vert qui communiquait avec ce récipient était recouvert, sur la surface extérieure plus que sur l'intérieure, d'incrustations jaunâtres et rougeâtres formées aussi de chlorures et sulfates d'ammoniaque, de fer et de sulfures d'arsenic.

Dans le second récipient tubulé, qui avait été refroidi pendant toute la durée de l'expérience par un courant d'eau froide, il s'était condensé une plus grande quantité de liquide presque limpide et transparent, c'est-à-dire à peine louche, sans dépôt de matières. Ce liquide avait la température de 22 degrés C., possédait une réaction acide et une légère odeur, qui devenait plus sensible par l'agitation du liquide et ressemblait en quelque sorte à celle de l'hydrogène sulfuré. On a constaté, dans ce liquide, la présence de quelques traces de chlorures, de sulfates et de sulfites, d'hydrogène sulfuré, d'acide carbonique, d'ammoniaque, de soufre, ainsi qu'une légère proportion d'un composé de fer.

Dans le troisième récipient tubulé, qui avait été placé dans un mélange de neige et de sel marin, il s'était condensé une petite quantité d'un autre liquide parfaitement limpide et transparent, sans aucun dépôt ni aucune autre matière en suspension. Tant que le récipient était maintenu dans le mélange réfrigérant, le liquide ne manifestait aucune odeur, mais en l'agitant fortement en dehors de ces conditions, on y constatait une légère odeur d'hydrogène sulfuré. Le liquide contenait de l'hydrogène sulfuré, de l'acide sulfureux, de l'acide carbonique et des traces d'ammoniaque; il ne contenait ni chlorures ni sulfates, toutefois on y a facilement constaté, le jour suivant, la présence de

l'acide sulfurique provenant sans doute de la transformation de l'acide sulfureux ou de l'hydrogène sulfuré.

Dès que les essais sur la composition qualitative des liquides des trois récipients ont été exécutés, les liquides ont été réunis et le mélange obtenu a été filtré pour en séparer les matières en suspension. Une partie du liquide obtenu, acidulé par l'acide chlorhydrique, jaunissait sous l'influence de l'hydrogène sulfuré, et la teinte jaune disparaissait par l'ammoniaque et les solutions alcalines. Une autre portion du liquide filtré, ayant été évaporée à sec en présence de l'acide nitrique pur, et le résidu ayant été légèrement chauffé pour éliminer l'acide libre, a laissé une matière assez colorée qui a été reprise par l'eau distillée chaude et a fourni une solution qui a donné par l'appareil de Marsh les réactions des composés arsénicaux.

A la suite des trois récipients tubulés, il en existait un autre plus petit, rempli avec de la ponce sulfurique ayant pour objet de retenir toute trace d'humidité que les gaz auraient pu transporter dans les douze tubes disposés pour les recueillir. Les tubes étaient tous effilés à leurs extrémités, reliés entre eux par des tubes de caoutchouc et mis en communication avec l'aspirateur, par l'entremise d'un tube en U, contenant de la ponce sulfurique et destiné à arrêter l'humidité que l'aspirateur aurait pu fournir dans la direction des tubes. Les douze tubes portaient un numéro d'ordre qui commençait par celui qui était à la suite du petit récipient tubulé rempli de ponce sulfurique et qui se terminait à celui qui précédait le tube en U contenant aussi la ponce sulfurique. Ces douze tubes, fermés sur place, en fondant leurs extrémités effilées, ont été transportés avec tous les soins possibles dans le laboratoire de l'Université de Naples où l'analyse des gaz a été exécutée.

On a commencé par le n° 12, c'est-à-dire, par celui qui était le plus près de l'aspirateur. En brisant sa pointe sous le mercure, on n'a observé aucune absorption; le gaz, transvasé dans une éprouvette, mesurait 75 centimètres cubes à la température de 20 degrés; 25^{cc} de ce gaz ont été mis en contact, dans un tube gradué, avec quelques cristaux de sulfate de cuivre légèrement humectés, et après 24 heures de contact, on n'a observé qu'une diminution de 0^{cc}4; du même gaz 20^{cc} ont été réduits à 11^{cc}5 par leur agitation avec une solution de potasse; le résidu gazeux était de l'air, puisque la solution d'acide pyrogallique faisait disparaître à peu près le cinquième du volume total.

Le résidu de 30 centimètres cubes du gaz primitif a été laissé pendant deux jours en contact avec l'oxyde pur de plomb et n'a pas subi de diminution de volume.

Il résulte de ce premier essai, que ce gaz contenait pour la majeure

partie de l'acide carbonique et de l'air, et peut-être quelques traces d'hydrogène sulfuré.

Le tube n° 11 a été également ouvert sous le mercure, et le gaz, ayant été transvasé dans une éprouvette graduée, occupait un volume de 78^cc^ à 19 degrés; 15^cc^ ont été mis en contact avec des cristaux de sulfate de cuivre humectés avec quelques gouttes d'eau et l'on n'a observé, après 24 heures, qu'une légère absorption de 0^cc^2 tandis que 24^cc^ de ce même gaz mis en contact avec des morceaux de potasse et d'eau, se réduisirent après une agitation répétée, à 8^cc^5, la température étant toujours à 19 degrés. Le résidu gazeux (8^cc^5) a diminué par l'acide pyrogallique d'environ 1^cc^8 et a laissé un gaz dans lequel s'éteignait un corps enflammé.

Le résidu du gaz primitif (39 centimètres cubes) fut laissé en contact avec du bioxyde de plomb, pendant 48 heures et n'y subit aucune diminution sensible, mais en introduisant dans l'éprouvette une solution de potasse, on nota la disparition de 25^cc^ tandis que 14^cc^ restèrent inabsorbés.

Il résulte donc encore de cette expérience que le gaz du tube n° 11 était constitué, pour la majeure partie, par de l'acide carbonique et de l'air atmosphérique, probablement avec quelques traces d'hydrogène sulfuré.

Les tubes 10 et 9 ont été brisés en route, malgré les précautions qui avaient été prises pour leur transport de Pouzzoles à Naples.

Sans entrer dans tous les détails relativement aux analyses exécutées sur les gaz contenus dans les tubes marqués du n° 8 au n° 1, nous indiquons dans le tableau suivant leur composition centésimale.

INDICATION des SUBSTANCES TROUVÉES.	COMPOSITION CENTESIMALE DES GAZ EXAMINÉS DANS LES TUBES							
	N° 8	N° 7	N° 6	N° 5	N° 4	N° 3	N° 2	N° 1
Acide carbonique. . .	65.0	68.1	74.4	82.1	94.2	99.1	99.0	99.1
Acide sulfureux. . .	»	»	»	»	»	»	»	»
Hydrogène sulfuré. .	0.2	0.4	0.3	0.2	1.»	0.8	0.9	0.9
Air.	34.5	31.3	25.»	17.5	4.6	0.0	0.0	0.0
	99.7	99.8	99.7	99.8	99.8	99.9	99.9	100.0

Des chiffres contenus dans ce tableau, il résulte que les tubes qui étaient près de l'aspirateur contenaient de l'air, ou mieux un mélange gazeux non absorbable par la potasse caustique. Cet air allait en diminuant des tubes qui, plus éloignés de l'aspirateur, s'approchaient au contraire du point d'origine de la prise de gaz; il provenait donc de

l'air qui était primitivement contenu dans les appareils et non de la fumerolle, puisque le gaz qui était contenu dans les trois derniers tubes, marqués nos 3, 2, 1, était entièrement absorbé par une solution de potasse caustique. Ce résultat à mon avis, est important, puisqu'il démontre que les gaz qui se trouvent dans l'intérieur de la fumerolle, à une distance d'environ 3 mètres de la bouche, ne contiennent point d'air atmosphérique.

La bouche de la solfatare peut être considérée comme un fourneau à moufle où l'air arrive de la partie externe et inférieure en produisant, sous l'influence d'une température supérieure à 112°, des phénomènes d'oxydation sur les gaz qui se dégagent continuellement de la partie intérieure. Tout ce mélange de substances gazeuses et de vapeurs se déverse dans l'air atmosphérique sous forme de fumées denses et blanches, constituées pour la majeure partie, par des vapeurs aqueuses.

Les gaz qu'on recueille près de la partie extérieure de la grande fumerolle ne peuvent donc pas avoir la même composition que ceux qui ont été recueillis dans l'intérieur, à une distance de 3 mètres de son entrée.

En effet, les gaz recueillis par le même aspirateur, à une distance de 0m,50 seulement de l'ouverture extérieure de la grande fumerolle, contenaient tous de l'air, sinon pur, du moins un mélange d'oxygène et d'azote, et, en outre, de l'acide sulfureux, provenant sans doute de l'oxydation de l'hydrogène sulfuré. Voici les chiffres exacts, résultant de l'analyse des gaz recueillis dans six tubes au moyen de l'appareil que j'ai déjà indiqué, et placé dans les mêmes conditions expérimentales :

INDICATION des SUBSTANCES TROUVÉES	COMPOSITION CENTÉSIMALE DES GAZ EXAMINÉS DANS LES TUBES					
	N° 6	N° 5	N° 4	N° 3	N° 2	N° 1
Acide carbonique. . . .	12.5	13.6	13.5	15.7	15.8	15.9
Acide sulfureux	0.4	0.5	0.4	0.6	0.5	0.6
Hydrogène sulfuré. . .	»	»	»	»	»	»
Air.	87.0	85.5	86.0	83.3	83.1	83.1
	99.9	99.6	99.9	99.6	99.4	99.6

Dans les récipients tubulés où l'eau s'était condensée avec la majeure partie des composés solubles, on n'a observé aucun dépôt de substances solides ni de matières en suspension. Les liquides condensés présentaient une réaction acide et contenaient en solution des acides carbonique et sulfureux, de l'ammoniaque, des traces de chlorures et de sulfates et des composés ferreux.

Le liquide du premier récipient tubulé, évaporé à sec en présence de l'acide chlorhydrique pur, a fourni un résidu jaunâtre qui, légèrement calciné et repris par l'acide chlorydrique dilué et chaud, a donné un liquide parfaitement limpide après repos et décantation : ce liquide se colorait en jaune par l'hydrogène sulfuré; la coloration disparaissait par l'ammoniaque et indiquait par conséquent la production du sulfure d'arsenic.

Les produits gazeux qui se trouvent dans l'intérieur de la bouche de la solfatare, à 3 mètres de distance, ne sont donc pas identiques à ceux que l'on recueille près de la bouche, c'est-à-dire à $0^m,50$ de distance de l'ouverture extérieure où l'air atmosphérique arrive en abondance.

Pour recueillir les gaz et vapeurs de la grande fumerolle, à la distance de $0^m,50$ de l'ouverture extérieure, on a fait usage de tubes de cristal dans lesquels on avait fait le vide d'avance. Quoique les manipulations soient difficiles dans une atmosphère dont la température dépasse 112 degrés, on a pu néanmoins briser une des deux extrémités des tubes dans cette atmosphère et éviter ensuite l'introduction de l'air extérieur en plongeant immédiatement la partie brisée de chaque tube dans une cuvette de fer contenant du mercure.

En venant au contact de l'air extérieur, qui était à la température de 20 degrés, les tubes se refroidissent, et la condensation de la vapeur d'eau, toujours prépondérante, ainsi que la diminution de volume des gaz, causait une absorption de mercure qui remplissait presque les tubes. En effet, tandis que les tubes de la capacité de 70 à 80 centimètres cubes se maintenaient pleins de gaz et de vapeurs dans l'intérieur de la fumerolle, leur volume gazeux se réduisait à 3 ou 4 centimètres cubes lorsqu'on les retirait de ce milieu et le mercure occupait la capacité résiduelle.

La quantité de gaz dans les fumerolles est donc bien petite relativement à celle de la vapeur d'eau qui se condense avec facilité par le refroidissement. Les gaz ainsi recueillis et desséchés, en présence du chlorure de calcium présentaient en moyenne la composition suivante :

	1	2
Acide carbonique	6.8	7.2
Acide sulfureux	0.2	0.3
Hydrogène sulfuré.	0.0	0.0
Air.	92.8	92.2
	99.8	99.7

Une autre série d'expériences fut faite en remplissant d'eau distillée les tubes de cristal et les renversant dans l'atmosphère de la fumerolle, à la distance de 0^m50 de son ouverture.

Dès que l'écoulement de l'eau était opéré, on immergeait dans le mercure la partie ouverte des tubes. En opérant ainsi, on observait encore une forte condensation, mais un peu moindre pourtant que celle qui s'était produite dans les expériences antérieures, puisque les tubes de même capacité (70 à 80 centimètres cubes) contenaient dans celle-ci environ 6 à 7 centimètres cubes de gaz humide, la température étant à 20 degrés. La composition de ces gaz, desséchés sur le chlorure de calcium fondu, est représentée par les nombres suivants :

	1	2	3
Acide carbonique	5.5	5.2	4.8
Acide sulfureux	0.1	0.0	0.1
Hydrogène sulfuré	0.0	0.0	0.0
Air	94.3	94.6	95.1
	99.9	99.8	100.0

Avec les gaz et les vapeurs de la grande fumerolle, on peut fabriquer de l'acide sulfurique. En effet l'hydrogène sulfuré peut se changer en acide sulfureux et en acide sulfurique — l'acide sulfureux peut donner naissance à l'acide sulfurique. L'air atmosphérique se trouve en contact de ces gaz. — La vapeur d'eau ne manque pas, et la chaleur est suffisante pour produire la réaction nécessaire à la production de l'acide sulfurique. Le soufre se trouve en abondance dans tout le cratère, tant à la surface que dans l'intérieur du sol, par conséquent il y a là tous les éléments pour la production de l'acide sulfurique ordinaire. Je l'ai obtenu en faisant passer les gaz et les vapeurs de la grande fumerolle dans des bonbonnes contenant de la terre à soufre poreuse.

Il résulte donc de l'ensemble des faits observés que des traces de composés arsenicaux provenant de la grande fumerolle doivent se répandre dans l'atmosphère de la solfatare.

Les fumerolles secondaires de la solfatare sont nombreuses; elles sont toutes dans des lieux où il n'y a aucune végétation, laquelle ne pourrait d'ailleurs y exister, à cause de la haute température du sol et de celle des gaz ou vapeurs qui s'en dégagent, très-voisine au point d'émission, de celle de l'eau bouillante.

Dès que les gaz et les vapeurs des fumerolles secondaires arrivent au contact de l'air, ils deviennent visibles à cause de leur refroidissement et de leur condensation, et produisent des nuages qui disparaissent dans l'air à une hauteur de 50 centimètres du lieu de leur formation. Cette disparition n'a lieu que lorsque la chaleur solaire a déjà réchauffé cette localité; tandis que le matin lorsque les vapeurs des fumerolles se condensent facilement, elles forment sur toute la surface du cratère, un brouillard épais de plus de 2 mètres de hauteur, de façon qu'en se

plaçant à une certaine distance il est impossible d'apercevoir la moindre partie basse de cette localité, ou de distinguer les émanations isolées des fumerolles. Ce phénomène se reproduit aussi quelquefois vers le soir des journées froides et humides, et lorsque l'air n'est agité par aucun courant.

Près de la grande fumerolle déjà mentionnée, et dans la direction du puits de l'eau thermo-minérale, il existe entre autres deux fumerolles dont la température est de 97° au lieu de sortie. Elles condensent, sur leurs parois extérieures, de la vapeur aqueuse sous forme de gouttes d'eau, au centre desquelles on voit, à l'œil nu, se déposer du soufre sous forme de petits prismes allongés, qui, en augmentant progressivement en nombre, déterminent une espèce d'efflorescence constituée par du soufre pur, de forme parfaitement définie.

On a tâché de recueillir les gaz et de condenser les vapeurs de ces deux fumerolles, au moyen d'un appareil à peu près semblable à celui qui a été employé dans les expériences précédentes. On a supprimé le tube de 3 mètres de longueur, qui était inutile dans ce cas, puisque la prise des gaz et des vapeurs pouvait se faire directement au moyen d'un petit tube communiquant, d'une part, avec la fumerolle, et, de l'autre, avec l'appareil. En outre, au lieu de trois récipients tubulés pour la condensation des vapeurs, on en a employé un seul de plus grande dimension, que l'on a eu soin de refroidir par un courant d'eau. Les gaz secs enfin ont été recueillis dans six tubes effilés aux deux extrémités.

Le liquide condensé dans le récipient tubulé était limpide et transparent, ne contenait aucune matière en suspension et n'avait donné lieu à aucun dépôt au fond du vase. Il ne manifestait aucune odeur sensible, mais si on l'agitait fortement, on en distinguait une très-légère, qu'on ne pouvait attribuer avec certitude à l'hydrogène sulfuré. Cependant, ce liquide colorait, au bout de quelque temps les papiers bleus de tournesol en rouge vineux, il ne laissait aucun résidu sensible par l'évaporation, ne noircissait pas sensiblement les papiers à acétate de plomb, et précipitait à peine avec le nitrate d'argent. On y constatait la présence d'une trace de composé ammoniacal.

Les gaz d'une des deux fumerolles, recueillis dans les six tubes, présentaient la composition suivante :

	1	2	3	4	5	6
Acide carbonique	8.7	8.4	6.5	5.4	5.0	5.1
Hydrogène sulfuré	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Air	90.8	91.0	93.4	94.4	94.8	94.8
	99.8	99.6	99.9	99.8	99.8	99.9

Le tube 1 se trouvait plus près de la prise de gaz, tandis que le tube 6 en était plus éloigné.

Le gaz non absorbé par la solution de potasse a été considéré comme de l'air; mais en réalité il ne présentait pas les relations ordinaires de l'air atmosphérique, puisque l'azote y était en excès relativement à l'oxygène; en effet, l'acide pyrogallique, en présence de la potasse, n'a jamais donné lieu à une absorption sensiblement égale au cinquième du volume du gaz, comme l'indiquent les chiffres suivants:

	1	2	3	4	5	6
Gaz non absorbés par la potasse.	90.8	91	93.4	94.4	94.8	94.8
Oxygène trouvé.	15.3	15.8	16.2	16.5	17.9	18

La seconde fumerolle est éloignée de la précédente d'environ 12 mètres; elle possède aussi la température de 97 degrés au point de sortie, présente le même phénomène de la condensation de l'eau et du soufre sur les parties extérieures, exhale une très-légère odeur d'hydrogène sulfuré, noircit à peine le papier imprégné d'acétate de plomb et colore en rouge vineux le papier bleu de tournesol.

Le liquide condensé dans le récipient tubulé faisant partie de l'appareil décrit plus haut ressemblait, par ses propriétés physiques et chimiques, à celui qui avait été condensé dans l'expérience précédente, et les gaz avaient la composition suivante:

	1	2	3	4	5	6
Acide carbonique.	6.9	6.5	6.0	6.1	5.4	4.4
Hydrogène sulfuré.	0.5	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0
Air.	92.3	93.1	93.8	93.7	94.4	95.5
	99.7	99.9	99.9	99.8	99.8	99.9

Le gaz non absorbé par la potasse, ayant été traité par une solution d'acide pyrogallique, a subi une diminution de volume indiquée par les chiffres suivants:

	1	2	3	4	5	6
Gaz non absorbables par la potasse. . . .	92.3	93.1	93.8	93.7	94.4	95.5
Oxygène dosé.	16.2	16.7	16.9	17.3	17.5	17.8

La quantité d'oxygène trouvé est moindre que celle qui se trouve dans l'air atmosphérique, et probablement ce manque est causé par un phénomène d'oxydation des gaz avec lesquels l'air se trouvait en contact.

Il existe dans le cratère de la solfatare deux grottes creusées dans le tuf, qui exhalent des gaz et des vapeurs. La température de l'atmosphère interne, prise à la partie supérieure d'une de ces deux grottes, est d'environ 45 degrés, tandis qu'elle est bien moins élevée dans la partie

inférieure, où l'air atmosphérique se mélange avec les substances gazeuses qui se dégagent. Pour entrer dans cette grotte, il faut se courber pour ne point souffrir de l'action de cette température élevée, qui produit une transpiration considérable.

Dans l'autre grotte, la température, mesurée dans les mêmes conditions que précédemment, ne s'élève pas au delà de 35 degrés; l'accès en est donc facile et sans inconvénients, puisque l'homme y trouve à peu près la température de son propre corps.

On peut considérer ces deux grottes comme de vraies fumerolles, à cause des gaz et des vapeurs qui s'en dégagent et qui se déversent dans l'atmosphère par leur ouverture supérieure, et parce que l'on observe aussi, vers leur partie extérieure, où l'air arrive facilement en contact avec les émanations gazeuses, les mêmes efflorescences de soufre qu'on remarque dans les fumerolles ordinaires.

Dans l'atmosphère interne de ces grottes, l'odeur de l'hydrogène sulfuré est presque insensible ; mais on en constate la présence au moyen du papier imprégné d'acétate de plomb et des cristaux d'acétate de cuivre qui y noircissent lentement. La prise de gaz, dans ces deux grottes, a été faite au moyen de flacons de cristal, dont l'ouverture et le bouchon étaient usés à l'émeri. Ces flacons avaient la capacité de 1/4 de litre ; ils étaient remplis d'eau distillée et vidés dans l'intérieur de la grotte, d'une hauteur d'environ $1^{m},50$ et bouchés ensuite exactement.

Quatre de ces flacons furent ainsi remplis de gaz dans chacune des deux grottes. L'analyse des gaz humides a été faite à la température de 18 degrés, et le résultat est indiqué dans le tableau suivant :

Grotte à 45 degrés.

	1	2	3	4
Acide carbonique	4.2	4.5	4.7	4.0
Hydrogène sulfuré	0.2	0.1	0.0	0.1
Acide sulfureux	0.0	0.0	0.0	0.0
Air	95.5	95.3	95.3	95.9
	99.9	99.9	100.0	100.0

Grotte à 35 degrés.

	1	2	3	4
Acide carbonique	5.7	5.9	5.9	6.2
Hydrogène sulfuré	0.0	0.1	0.2	0.0
Acide sulfureux	0.0	0.0	0.0	0.0
Air	94.3	94.0	93.8	93.7
	100.0	100.0	99.9	100.0

Les mêmes expériences furent répétées en recueillant les gaz par le

même procédé, mais en faisant varier la hauteur de la prise du gaz, qui fut faite dans les deux grottes à 50 centimètres du sol.

En voici les résultats analytiques :

Grotte à 45 degrés.

	1	2	3	4
Acide carbonique	3.1	3.0	2.4	2.6
Hydrogène sulfuré	0.0	0.0	0.1	0.0
Acide sulfureux	0.1	0.0	0.0	0.0
Air	96.7	96.9	97.5	97.3
	99.9	99.9	100.0	99.9

Grotte à 35 degrés.

	1	2	3	4
Acide carbonique	4.3	4.4	5.0	5.1
Hydrogène sulfuré	0.0	0.0	0.0	0.0
Acide sulfureux	0.0	0.1	0.0	0.0
Air	95.6	95.5	95.0	94.9
	99.9	100.0	100.0	100.0

On a tâché de condenser la vapeur aqueuse qui se dégage en abondance dans les deux grottes, en faisant usage d'un aspirateur de grandes dimensions et refroidissant les condensateurs au moyen d'un courant d'eau froide; la prise de vapeur était faite au moyen d'un long tube de verre dont l'ouverture était placée à la hauteur de $1^m,50$ dans l'intérieur des grottes, c'est-à-dire, là où la température était plus élevée et la quantité de vapeur aqueuse plus considérable. En évaporant à sec en présence de l'acide nitrique pur, les liquides obtenus de cette condensation, on a obtenu un faible résidu qui a été légèrement calciné d'abord pour éliminer l'excès d'acide et repris ensuite avec l'eau distillée ; cette solution a été enfin introduite dans un appareil de Marsh, où elle n'a donné aucune des réactions des composés arsenicaux.

Les liquides provenant de la condensation des vapeurs des deux fumerolles précédemment décrites et recueillis dans les récipients tubulés de l'appareil déjà mentionné soumis à un traitement semblable à celui qui vient d'être indiqué pour les liquides obtenus par la condensation des vapeurs des deux grottes, n'ont pas donné non plus par l'appareil de Marsh, la réaction des composés arsenicaux. Il parait donc que les gaz et les vapeurs qui se dégagent des fumerolles secondaires sont en quelque sorte identiques avec ceux qui émanent des deux grottes susmentionnées, au moins, en ce qu'ils ne contiennent pas de composés arsenicaux en quantité sensible à l'appareil de Marsh.

Mais les uns et les autres sont bien différents de ceux qui se dégagent

de la grande fumerolle, puisque les liquides condensés à l'ouverture accusent facilement la présence des composés arsenicaux, même avec le procédé de l'acide chlorhydrique chaud, qui emporte une grande partie de l'acide arsénieux.

La recherche des composés arsenicaux a été faite aussi sur le plan du cratère, en condensant les vapeurs de l'air à environ dix mètres de distance de la bouche de la grande fumerolle.

Pour cette nouvelle recherche, on a fait fonctionner un aspirateur pendant plusieurs jours, de façon à avoir une aspiration totale de quarante heures.

La condensation de la vapeur s'est opérée dans trois récipients refroidis par un courant d'eau froide.

Les liquides ont été réunis et évaporés presque à sec dans une capsule de porcelaine en présence de l'acide nitrique. Le résidu ainsi que l'eau de lavage de la capsule, a été versé dans une capsule de porcelaine plus petite et en appliquant à celle-ci une légère chaleur, on a obtenu un faible résidu d'un blanc cendré qui, ayant été chauffé un peu plus fort pour chasser l'excès d'acide, a laissé une tache blanchâtre pour résidu. On a versé sur ce résidu quelques galettes d'ammoniaque et, après en avoir éliminé l'excès par la chaleur, on a ajouté une goutte d'une solution neutre d'azotate d'argent. Il s'est produit alors aux points de contact de la matière avec le nitrate d'argent une légère coloration rouge brique d'arséniate d'argent.

Cette expérience démontre qu'à la distance d'environ 10 mètres de la bouche de la grande fumerolle l'air ambiant contient de faibles traces de composés arsenicaux sous forme de gaz, ou bien en suspension à l'état solide.

Les vapeurs qu'émet la grande fumerolle étant beaucoup plus légères que l'air, elles ne suivent pas une route horizontale sur le plan du cratère de la solfatare, mais s'élèvent verticalement dans l'air atmosphérique, de façon que, la bouche de la grande fumerolle se trouvant à la base d'une roche trachitique, et celle-ci étant presque verticale sur le plan du cratère, les vapeurs qui s'en dégagent lèchent la roche sur une hauteur d'environ 4 mètres, et se mêlent ensuite dans l'air atmosphérique où elles disparaissent. On a cherché à condenser ces vapeurs en plaçant l'appareil et l'aspirateur sur la partie supérieure de la roche et en le faisant fonctionner trois heures par jour, en commençant à 10 heures du matin pour plusieurs jours jusqu'à avoir une aspiration totale de 24 heures. On a fait subir à ces liquides un traitement analogue au précédent, et l'on a obtenu comme résultat final les mêmes taches de couleur rouge brique d'arséniate d'argent, mais d'une plus grande intensité. Cette expérience confirme la précédente et démontre que la

grande fumerolle émet bien réellement, quoiqu'en faible quantité, des composés arsenicaux dans l'atmosphère de la solfatare.

Les composés arsenicaux, bien qu'en dose extrêmement minime, se trouvent donc dans les produits gazeux qui se dégagent de la grande fumerolle de la solfatare et se mêlent à l'air atmosphérique jusqu'à la distance où les expériences ont été faites, c'est-à-dire à 10 mètres de son embouchure.

Les produits des grottes chaudes, ainsi que ceux des fumerolles secondaires, n'ont pas donné la moindre réaction capable de faire même soupçonner la présence de quelque composé arsenical.

Ces expériences admettent d'ailleurs *à priori* que l'air de la solfatare en général doit contenir de l'arsenic en très-faible proportion, quoique dans certaines localités du cratère il doive exister des traces si faibles, que l'analyse est impuissante à les découvrir.

Diverses expériences ont été faites dans le cratère de la solfatare à des époques et dans des localités différentes, mais à des distances toujours supérieures à 50 mètres de la grande fumerolle. Dans les liquides condensés dans cette série d'expériences, on n'a pas pu constater la présence des composés arsenicaux, et l'air qu'on a fait passer à travers des récipients contenant du nitrate d'argent n'a jamais donné lieu à la formation d'acide arsénieux ou d'autre composé arsenical; la solution noircissait seulement un peu, à cause de la formation de petites quantités de sulfure d'argent.

Dans les parties boisées et froides et plus spécialement dans celles qui sont les plus éloignées de la grande fumerolle et fort voisine de la route qui conduit à la mer, près de Pouzzoles, on observe, surtout lorsqu'on fait des fouilles profondes, des émanations gazeuses constituées par de l'acide carbonique pur, absorbable par une solution de potasse.

Ces expériences commencées en 1868, ont été poursuivies, à différentes reprises, dans les années suivantes, et quoique incomplètes encore elles permettent de formuler les conclusions ci-après :

1° Il existe à la solfatare de Pouzzoles une grande fumerolle connue sous le nom de ***bouche de la solfatare***, de laquelle s'échappent en grande quantité des gaz et des vapeurs sous une forte pression, et dans lesquels outre l'acide carbonique, l'hydrogène sulfuré, l'acide sulfureux et une grande proportion de vapeur d'eau, on démontre la présence de composés de fer et d'ammoniaque, ainsi que des traces de matières arsenicales.

2° Les gaz et vapeurs de la grande fumerolle, pris à une distance horizontale ou verticale d'environ 10 mètres du point d'émission, indiquent au moyen d'expériences délicates, la présence de composés arsenicaux.

3° A des distances dépassant 50 mètres de la bouche de la grande fumerolle, il a été impossible de démontrer expérimentalement la présence dans l'atmosphère de matières arsenicales, probablement à cause de la grande ténuité de ces matières, relativement à la sensibilité des réactions chimiques, dont la puissance a des limites.

4° L'expérience a démontré que les gaz provenant de la grande fumerolle, pris à une profondeur d'environ 3 mètres de son ouverture extérieure, sont complètement absorbés par une solution de potasse et ne contiennent pas, par conséquent, d'air atmosphérique. Ce fait est nouveau et en contradiction avec ce qu'avaient avancé d'autres expérimentateurs, lesquels s'étaient probablement contentés de recueillir les substances gazeuses à une petite distance de l'orifice où l'air arrive en abondance.

5° Les gaz des fumerolles secondaires et ceux des deux grottes chaudes contiennent toujours une forte proportion d'air, dans laquelle l'oxygène est en défaut.

6° Les gaz et vapeurs qui se dégagent des fumerolles secondaires ont une température qui ne dépasse pas 97°, tandis que ceux qui constituent l'atmosphère intérieure de la grande fumerolle possèdent une température suffisante pour faire subir à la mannite un commencement de fusion, et peuvent, à leur sortie, où leur refroidissement est déjà considérable, produire encore la fusion du soufre.

7° Dans l'intérieur de la grande fumerolle et sur ses parois extérieures, il ne se condense pas de soufre cristallisé, tandis que sur les fumerolles secondaires gisant à découvert et dans les grottes chaudes on observe constamment cette condensation là où l'air arrive plus facilement.

8° L'hydrogène sulfuré ne se rencontre pas en forte dose dans les gaz de la grande fumerolle et dans ceux des fumerolles secondaires; il disparaît presque complètement lorsqu'on recueille les gaz mélangés à l'air atmosphérique, dans lesquels on constate alors la présence de petites quantités d'acide sulfureux.

9° En général, lorsqu'on abandonne pendant plusieurs jours les gaz humides des fumerolles de la solfatare dans des tubes fermés, ils ne donnent plus les réactions de l'hydrogène sulfuré et de l'acide sulfureux; mais, en lavant les tubes avec de l'eau pure acidulée par l'acide chlorhydrique, on obtient une solution limpide qui se trouble légèrement par l'addition d'une goutte de chlorure de baryum. Ceci démontre évidemment la transformation des deux composés gazeux du soufre en acide sulfurique, aux dépens de l'oxygène de l'air, avec lequel ils se trouvent en contact.

10° Les émanations d'acide carbonique pur sont rares à la solfatare de Pouzzoles, mais dans les localités froides et plus rapprochées de la mer, et à une certaine profondeur du sol, il se dégage, le matin surtout, de fortes proportions de ce gaz.

II. — Eau thermo-minérale de la solfatare.

A la profondeur de 10 à 12 mètres, on trouve, dans toute la localité de l'ancien cratère, qu'on appelle la solfatare de Pouzzoles, de l'eau thermale en abondance, eau dont la composition et les qualités sont remarquables. En effet, elle contient en solution les matières qui se produisent par la lente décomposition des roches environnantes ; et, en outre, elle simule le phénomène de l'ébullition par suite des gaz qui agitent cette nappe d'eau en se rendant dans l'atmosphère après avoir traversé plusieurs couches de ce terrain volcanique.

L'eau mise à découvert en creusant directement le sol de la solfatare marque au thermomètre 45 degrés centigrades. Breislak, vers la fin du siècle dernier, a trouvé que la température de cette eau était de 37 degrés Réaumur, ce qui équivaut à 44°,4 du thermomètre centigrade. Il n'y a donc pas un grand désaccord entre ces deux déterminations, dont l'une a été faite en 1868, et dont l'autre remonte à trois quarts de siècle environ.

A l'époque où, à la solfatare de Pouzzoles, on fabriquait l'alun, on se servait de la même eau pour le traitement des terres alumineuses, et par conséquent on a creusé un puits que l'on a rendu solide par des travaux de maçonnerie.

Ce puits existe encore en très-bon état, et il fournit en abondance de l'eau qui est plus chaude que celle qu'on trouve en creusant directement la terre, puisqu'elle marque en moyenne 52° centigrades.

Elle est très-limpide, et d'un goût acide et légèrement styptique, rougit fortement le papier de tournesol, attaque faiblement les métaux communs et décompose les carbonates en produisant un dégagement d'acide carbonique.

Les vapeurs engendrées par son ébullition sont légèrement acides et contiennent de l'acide sulfurique avec quelques traces d'acide chlorhydrique, qui proviennent de l'action de l'acide sulfurique libre sur les chlorures ; le résidu de la distillation dégage encore, par une chaleur plus élevée de l'acide sulfurique résultant de la décomposition de l'alun, et laisse une matière rougeâtre dans laquelle on constate la présence du sesquioxyde de fer, de l'alumine, de la silice, de la magnésie, etc. Un litre de cette eau laisse un résidu qui, desséché à 100 degrés, pèse 3 grammes environ ; sa densité, à la température de 24 degrés, est en moyenne de 1,004.

Elle ne manifeste aucune odeur sensible, et par l'ébullition ne dégage aucun gaz capable de troubler l'eau de chaux, de noircir le papier à l'acétate de plomb, ou bien de produire de l'hydrogène sulfuré, en pré-

sence de l'hydrogène naissant; elle ne tient donc en dissolution ni acide carbonique, ni hydrogène sulfuré, ni acide sulfureux; et d'ailleurs, à la température à laquelle se trouve cette eau, ces gaz ne peuvent pas y rester en dissolution. Cependant, il faut remarquer qu'en certains endroits de la solfatare on sent par l'odorat et on constate par les réactifs la présence de l'hydrogène sulfuré et de l'acide sulfureux, comme il est aussi facile de mettre en évidence, en plusieurs autres points, le dégagement de l'acide carbonique.

L'acide sulfurique se trouve dans l'eau de la solfatare non seulement à l'état libre, ce qui caractérise et distingue cette eau minérale de toutes celles connues en Europe; mais aussi combiné à l'alumine, à la potasse, à l'oxyde de fer, à la chaux et à la magnésie. Il est à remarquer que tout le fer y existe à l'état de protoxyde, il faut que l'eau reste pendant quelque tepms au contact de l'air et se refroidisse, pour qu'elle puisse manifester les réactions des sels ferriques; les abondantes vapeurs aqueuses qui couvrent constamment l'eau thermale, et qui lui font une espèce d'atmosphère artificielle, empêchent en quelque sorte la suroxydation des sels ferreux.

Les mêmes eaux contiennent quelques traces de chlorures qui sont décomposés par l'acide sulfurique libre et transformés en sulfate avec dégagement d'acide chlorhydrique ; si on les distille, on constate, dans le liquide distillé, la présence des acides sulfurique et chlorhydrique, quoique ce dernier soit en proportion très-petite : d'où il résulte que les fumerolles peuvent dans certains cas particuliers, transporter avec elles, de l'acide chlorhydrique, ce que l'expérience démontre effectivee nt.

L'eau qu'on retire du puits de la solfatare est celle qui conserve une composition à peu près constante ; mais dans les autres eaux, comme les infiltrations et le transport des matières terreuses par les eaux de pluie sont plus faciles, la composition en est très-variable. En effet, dans quelques parties du sous-sol de la solfatare on rencontre des couches plus ou moins épaisses, et de couleur noire, qui donnent par un simple traitement à l'eau plus de 7 0/0 de sulfate de fer cristallisé, et qui pourraient servir utilement à la fabrication industrielle du bleu de Prusse.

Dans les terres de la solfatare, on trouve encore, à une certaine profondeur, des stratifications de sulfures ferreux, qui, au contact de l'acide sulfurique libre contenu dans l'eau thermale, peuvent dégager de l'hydrogène sulfuré. Cela expliquerait le fait signalé par quelques observateurs qui prétendent avoir vu pendant la nuit des flammes sur la surface du cratère de la solfatare ; car l'hydrogène sulfuré, une fois mis en liberté et traversant des roches plus ou moins échauffées, peut, lorsqu'il arrive au contact de l'air s'enflammer en se transformant en

eau et en acide sulfureux, ou bien en eau et en un dépôt de soufre si l'oxygène de l'air est insuffisant pour la transformation complète du soufre en acide sulfureux.

L'eau de la solfatare coagule l'albumine.

L'arsenic existe aussi dans l'eau thermale. Pour la recherche de ce corps j'ai opéré sur une très grande quantité de cette eau, évaporée au dixième de son volume et au moyen de l'appareil de Marsh j'y ai constaté l'arsenic. Je l'ai aussi trouvé au moyen du procédé employé par Thénard dans son important travail sur les eaux du Mont-Dore.

A priori, on pouvait supposer la présence de l'arsenic dans l'eau de la solfatare. Cette substance, en effet, existe à l'état de sulfure dans les terres de l'ancien cratère, et particulièrement aux endroits où la température est élevée et où le dégagement des matières gazeuses est considérable: conditions qui se trouvent toutes deux continuellement réunies dans la grande fumerolle de la solfatare. On produit d'ailleurs, pour ainsi dire à volonté, le sulfure d'arsenic d'un rouge éclatant: il suffit d'introduire dans l'intérieur de la grande fumerolle, des corps solides, tels que pierres, briques, charbons, porcelaine, terre cuite, tubes de verre, fragments de bois et même du papier, qui tous se recouvrent de petits cristaux du même sulfure arsenical; ces cristaux se déposent sur le bois et sur le papier après leur carbonisation.

L'expérience a démontré, ce que l'on pouvait également soupçonner, que l'eau thermale que l'on rencontre à dix ou douze mètres au-dessous du sol, et qui est le résultat de la condensation des vapeurs, de nombreuses fumerolles et des infiltrations des eaux de pluie, à travers ces terrains volcaniques, contient, quoique en petite quantité, de l'arsenic.

Dans l'eau de la solfatare existe de l'acide sulfurique à l'état libre, car la quantité de cet acide, dosée dans un litre d'eau, dépasse de beaucoup celle qui serait nécessaire pour saturer les bases.

Par l'évaporation et la concentration de cette eau thermale, on a un alun parfaitement cristallisé, dans lequel, outre l'alumine, l'acide sulfurique et la potasse, on constate de l'ammoniaque, du protoxyde de fer, de la chaux et de la magnésie, formant ainsi un alun complexe par des moyens naturels. Dans les environs de Pouzzoles, se trouvent plusieurs sources d'eau thermo-minérales, mais aucune d'elles n'est chargée d'acide sulfurique à l'état libre.

Dans l'eau thermo-minérale et dans les terres trachytiques de la solfatare de Pouzzoles, on trouve en faible proportion, le lithium à l'état de sulfate.

Des expériences ont été faites avec cette eau sur une grande échelle dans l'hôpital des *incurables* à Naples. On l'a appliquée avec un très-grand succès à la guérison des plaies anciennes et gangréneuses,

presque incurables, et d'écoulements invétérés qui avaient résisté aux traitements ordinaires. L'action sur les plaies en est si énergique que souvent on est obligé de la modérer en diminuant les rations et en appliquant simplement de la charpie : la cicatrisation commence à la fois sur les bords et au centre des plaies.

Après l'application de cette eau dans les salles de l'*hôpital des incurabili* on a supprimé pour le traitement des plaies, l'usage des onguents et des pommades, ainsi que toute médication ayant pour base les matières grasses et huileuses.

III. — Matières solides les plus importantes de la solfatare.

Sur la partie horizontale de l'ouverture de la grande fumerolle et à l'extérieur, où l'air arrive et se mêle aux gaz et aux vapeurs qui s'y dégagent, on a trouvé des productions fungiformes, de couleur blanche, dont la plus grande, ayant une hauteur de 46 millimètres et un diamètre de 19, avait une forme presque cylindrique, avec quelques saillies; elle se terminait par une surface convexe formant à peu près une demi-sphère légèrement déprimée.

Ces productions semblaient, au premier abord, émanées du sol poreux, sous l'influence de la pression que les émanations gazeuses auraient exercées sur les matières solubles, entraînées par une pluie de la veille et concentrées par la chaleur du sol lui-même.

Mais la partie supérieure de la fumerolle présentant des stalactites blanches et de très-petites dimensions, les productions précédentes sont dues à la chute progressive, goutte à goutte, de matières venant de la partie supérieure de la fumerolle; d'ailleurs la température du sol en question est bien inférieure à celle de la partie supérieure de la fumerolle, c'est-à-dire à celle qui donne passage aux gaz qui s'échappent dans l'atmosphère.

Il n'est pas inutile de rappeler ici que les vapeurs surchauffées qui s'échappent avec un bruit semblable à celui d'une machine à vapeur en action, de la grande fumerolle possèdent encore, à leur sortie, une température capable de fondre le soufre, et supérieure par conséquent à 112°, tandis qu'à 30 centimètres du sol, le thermomètre n'indique qu'une température de 35 degrés environ. Il suit de là que les matières qui ne pouvaient rester à l'état solide dans la partie supérieure de la fumerolle s'y rassemblaient à l'état de fusion, et tombaient ensuite sur le sol, où la basse température permettait leur solidification immédiate en forme de stalagmites.

Ces stalagmites n'ont aucune odeur; elles possèdent une saveur stypti-

que, astringente, qui rappelle celle des composés de fer et d'alumine; elles se dissolvent complétement dans l'eau à la température ordinaire. On constate, dans la solution, la présence du chlore et des acides sulfurique, sulfureux et arsénieux, ainsi que celle de la silice, de l'ammoniaque, de la potasse, de la chaux, de l'alumine, de la magnésie et de l'oxyde ferreux. Les réactions des composés ferriques se manifestent seulement en examinant les couches extérieures des stalagmites. Voici la détermination quantitative, en centièmes, des substances les plus importantes contenues dans ces stalagmites.

Acide sulfurique (calculé anhydre)	20.7
Acide sulfureux	3.6
Acide arsénieux	1.5
Alumine	7.9
Chaux	6.9
Ammoniaque	5.3
Chlore	1.5
Fer à l'état de protoxyde	1.4
Silice	27.8
Eau (dosée à la température de 100°)	27.8
Acide phosphorique, magnésie, potasse, soude	22.6
	100.»

L'acide arsénieux, à l'état d'arsénite soluble a été trouvé ici pour la première fois dans les stalagmites et indique l'origine des composés arsenicaux dans l'eau thermo-minérale de la solfatare de Pouzzoles.

Depuis quelques années on emploie aux environs de Naples la terre de la solfatare de Pouzzoles pour combattre l'ancienne maladie de la vigne, l'oïdium. — Cette terre contient du soufre, sous forme cristalline et en petites agglomérations amorphes, quelques traces de sulfure d'arsenic et des matières volcaniques poreuses, formées pour la plus grande partie de silicates et de trachytes décomposées. La terre de la solfatare, telle que la fournit l'ancien cratère, réduite en poudre fine, produit les meilleurs résultats par le procédé du soufrage.

Ce n'est pas la terre par elle-même qui agit, ce sont plutôt les produits qui se forment progressivement avec les matières sulfureuses et arsenicales et l'oxygène qui se trouve dans l'air et dans l'eau de pluie. En effet, le soufre et le sulfure d'arsenic qui se trouvent dans la terre de la solfatare disparaisssent complétement après quelques mois de contact avec le sol arable. L'action de la pluie facilite cette disparition, qui est due à la transformation du soufre en acide sulfureux et acide sulfurique, et de l'arsenic du sulfure en acide arsénieux. La présence de la terre poreuse et volcanique de la solfatare est indispensable pour produire cette transformation d'une manière continue.

Si l'on fait agir l'eau distillée, pendant plusieurs jours, sur cette terre, et si l'on répète ce traitement plusieurs fois, on arrive à constater dans l'eau qui la traverse, après l'avoir filtrée et concentrée, la présence des sulfites, sulfates et arsénites de chaux, de potasse, de magnésie, de fer etc., avec quelques proportions de composés ammoniacaux. Or les acides libres, tels que l'acide sulfureux, l'acide sulfurique, l'acide arsénieux sont en général nuisibles à la végétation, mais lorsqu'ils peuvent se produire d'une manière lente et s'engager dans une combinaison soluble dans l'eau, ils favorisent au contraire la végétation. — Les résultats obtenus en Italie ont été excellents.

Des expériences faites pendant les années 1873-1874 ont prouvé que le soufre et les sulfures contenus dans les terres de la solfatare en se transformant lentement en matières acides, devenaient capables d'absorber l'ammoniaque de l'air atmosphérique qui s'y trouve progressivement et continuellement en contact à cause des vents et de la pluie.

En résumé :

1° La terre de la solfatare de Pouzzoles qui se trouve au voisinage des fumerolles secondaires, par l'action de l'air et de l'humidité, absorbe l'ammoniaque de l'atmosphère.

2° L'absorption de l'ammoniaque est due à la transformation préalable du soufre et de l'arsenic, sous l'influence de l'air et de l'humidité, en matières acides, lesquelles changent l'ammoniaque en sels ammoniacaux et ceux-ci, dans les conditions ordinaires, sont fixes et solubles.

3° En dehors de l'humidité et à l'état sec, les acides du soufre et de l'arsenic ne se forment pas, et par conséquent l'ammoniaque n'est pas absorbée par la terre de la solfatare.

4° Ces expériences paraissent avoir quelque importance pour l'agriculture, car une matière poreuse, telle que la terre volcanique de la solfatare de Pouzzoles, réduite en poudre est capable, par les éléments qu'elle contient, de fixer, sous l'influence de l'humidité, l'ammoniaque de l'atmosphère, et de donner naissance à des matières azotées assimilables par les plantes, d'une manière lente et progressive comme il convient à la marche naturelle de la végétation.[1]

Il y a, dans le cratère de la solfatare, plusieurs terres qui servent à la fabrication des aluns et à la confection de différentes matières colorantes; parmi ces dernières une terre jaune, par la calcination devient rouge, et on obtient ainsi le *rouge de Pouzzoles*, dont à Pompëi, les anciens ont fait un grand usage.

M. CANNIZZARO

Professeur à l'Université de Rome.

SUR LES DÉRIVÉS DE LA SANTONINE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 26 août 1878.* —

M. Cannizzaro présente un travail sur les acides isomères dérivés de la santonine, et sur les isomères de cette matière (1). La santonine, par addition des éléments de l'eau, donne naissance à quatre acides monobasiques isomères de la formule $C^{15}H^{20}O^{4}$: ce sont les acides santoninique, santonique, métasantonique, parasantonique.

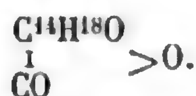
L'acide santoninique découvert par Hesse est le premier produit immédiat de l'action des bases sur la santonine. Il se distingue des trois autres isomères par la faculté qu'il possède de se transformer de nouveau en santonine.

L'acide santonique a été étudié par M. Cannizzarro et M. Sestini. Il est le produit de l'action des bases énergiques sur la santonine. Le chlorure et l'iodure correspondant ont été isolés. Par l'action de l'hydrogène naissant l'acide santonique se transforme en acide hydrosantonique $C^{15}H^{24}O^{4}$. En chauffant l'acide santonique à une température de 290 degrés, on le transforme en acide métasantonique. L'acide hydrosantonique peut également donner naissance à l'acide métasantonique. Ce dernier est caractérisé par son chlorure qui est cristallisé et qui fond à la température de 80 degrés.

Le quatrième acide isomère, l'acide parasantonique, s'obtient par l'action d'une solution bouillante de soude caustique sur un isomère de la santonine fusible à 110 degrés appelé parasantonide. Il est précipité par l'acide chlorhydrique de la solution alcaline. Il cristallise de ses solutions aqueuses et éthérées. C'est un acide énergique agissant sur la teinture de tournesol, et décomposant les carbonates.

Deux isomères de la santonine ont été découverts, l'un la santonide fusible à 127 degrés, l'autre la parasantonide fusible à 110 degrés. Le premier s'obtient en chauffant l'acide santonique à 180 degrés en présence de l'acide acétique glacial. Si l'on porte la température jusqu'à 260 degrés on obtient l'autre isomère, la parasantonide, anhydride de l'acide parasantonique.

En faisant réagir sur l'acide santonique l'acide iodhydrique bouillant en présence du phosphore rouge, on obtient, après une ébullition prolongée un mélange de deux isomères de la santonine, la métasantonine fusible à 160°,5 et un autre isomère fusible à 136 degrés. La santonine normale paraît avoir pour formule rationnelle



$$\begin{matrix} C^{14}H^{18}O \\ | \\ CO \end{matrix} > O.$$

(1) Nous donnons l'extrait sommaire de ces recherches déjà publiées longuement ailleurs (*Reale Academia dei Lincei. Memoria letta nella seduta del 7 aprile 1878*).

M. FREDA

SUR LA PRÉPARATION DE L'ACIDE DIGALLIQUE
(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 26 août 1878.* —

M. Cannizzaro présente au nom de M. Freda quelques considérations sur la préparation de l'acide digallique. En faisant bouillir l'acide gallique avec l'acide arsénique, on obtient un produit qui précipite la gélatine et possède toutes les propriétés du tannin, mais lorsqu'on élimine l'acide arsénique par l'hydrogène sulfuré, on ne retrouve que de l'acide gallique et pas d'acide digallique, comme Schiff l'avait annoncé Le composé arsenical est amorphe et peut être précipité par l'acide chlorhydrique. Il contient 8 pour 100 d'acide arsénique. Quant à l'autre procédé de Schiff par le chlorure de phosphore, il est probable que le produit obtenu contient du phosphore, et est analogue au composé arsenical.

M. FRANKLAND

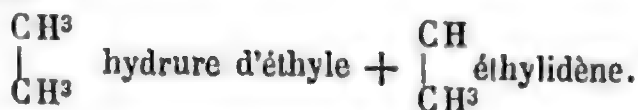
Membre de la Société royale de Londres, Correspondant de l'Académie des sciences.

RECHERCHES SUR L'ISOLEMENT DE L'ÉTHYLÈNE
(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 26 août 1878.* —

M. Frankland expose quelques tentatives qu'il a faites pour isoler l'éthylidène. Il a fait passer le composé gazeux qui se forme dans la préparation du zinc-éthyle, dans du penta-chlorure d'antimoine, mais il n'a condensé que du chlorure d'éthylène, et point de chlorure d'éthylidène. Cet éthylène provient du dédoublement du diéthyle en hydrure d'éthyle C^2H^6 et éthylène C^2H^4. Cependant d'après la constitution du diéthyle.

il devrait se former



L'expérience montre que cet éthyle se convertit, au moment de sa formation, en éthylène.

DISCUSSION

M. Henry se demande si les homologues supérieurs de l'éthylène qui, comme l'éthylidène dans la série en C^2, ne sont pas connus, ne pourraient pas être préparés par l'action des agents de déshydratation sur l'alcool méthylique. On obtiendrait peut-être ainsi, dit M. Henry, la polymérisation de CH^2.

M. Wurtz rappelle que dernièrement M. Lebel, en faisant agir le chlorure de zinc sur l'alcool méthylique, a obtenu de l'hexa-méthylbenzine sans traces de carbures homologues de CH^2. Il ajoute qu'en 1844 M. Dumas, en traitant l'alcool méthylique par l'anhydride phosphorique, a obtenu une huile et une matière éthérée volatile, sans trace d'hydrocarbures homologues supérieurs de CH^2.

M. L. HENRY

Professeur à l'Université de Louvain.

SUR LES OXYDES MÉTALLIQUES (CONSIDÉRATIONS PHILOSOPHIQUES SUR LEUR CONSTITUTION PROBABLE)

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 27 août 1878. —

M. Louis Henry fait remarquer que les formules attribuées à la plupart des composés en chimie minérale ne sont que des formules brutes, des formules *minima*, n'exprimant que la nature des éléments constitutifs de la molécule et leur rapport de poids, mais ne donnant aucun renseignement sur les quantités absolues de matière combinée, sur les nombres absolus des atomes de diverse nature renfermés dans la molécule. M. Henry insiste sur l'importance de connaître la vraie grandeur moléculaire des corps, qui permet d'expliquer d'une façon rationnelle les propriétés de ces derniers. Cette grandeur moléculaire doit être établie par l'étude des corps, au point de vue statique et au point de vue dynamique, c'est-à-dire dans leurs propriétés physiques, mécaniques, dans leur mode de production, dans leurs métamorphoses.

L'auteur a porté son attention principalement sur les oxydes métalliques. Un premier fait le frappe: comparant les oxydes aux chlorures, il voit que, tandis que ceux-ci sont en général volatils, ceux-là, au contraire, sont en général fixes, souvent mêmes infusibles. Or, les propriétés des corps composés sont en rapport direct avec celles de leurs éléments constitutifs. D'où vient donc que l'oxygène étant plus volatil que le chlore donne naissance à des composés bien moins volatils que les composés chlorés ? Nous citerons l'acide

borique, la silice, l'oxyde titanique, l'acide tannique, les oxydes ferrique, mercurique, aluminique, comparés aux chlorures correspondants. L'acide borique seul est volatil à une très-haute température, les autres oxydes sont fixes. Les chlorures correspondants, au contraire, se volatilisent. M. Henry en trouve la raison dans ce que ces oxydes métalliques sont réellement des polymères de la combinaison M O. Les oxydes métalliques et les chlorures ne sont pas, en effet, malgré le rapprochement, la correspondance des formules par lesquelles on les représente, des composés moléculairement comparables. Les formules attribuées aux chlorures, généralement déduites de leurs densités de vapeur, sont des formules moléculaires proprement dites, exprimant pour ces corps la grandeur et le poids véritable de leur molécule, à l'état gazeux du moins. Les formules attribuées aux oxydes ne sont que des formules *minima* n'exprimant que la nature des éléments de la molécule, sans rien dire du nombre absolu des atomes combinés.

Si les oxydes n'étaient pas les polymères $(MO)^n$, il est des raisons pour croire qu'ils seraient plus volatils que des chlorures correspondants. On connaît en effet en chimie minérale comme chimie organique des corps qui montrent le pouvoir volatilisant de l'oxygène plus accentué que celui du chlore, comme l'indique le tableau suivant :

CO^2	gaz	Ebullition	-70°
CCl^4	liquide	—	$+76^\circ$
$COCl^2$	—	—	$+10^\circ$
SO^2	gaz	—	vers -10°
$SOCl^2$	liquide	—	$+82^\circ$
SO^2O	solide	—	$+46^\circ$
SO^2Cl^2	liquide	—	$+77^\circ$
OO	gaz	Presque permanent.	
OCl^2	gaz	Aisément condensable.	

M. Henry compare les oxydes métalliques à la paraldéhyde à la métaldéhyde qui sont polymères de l'oxyde d'éthylidène. Il rappelle que sous l'influence de la chaleur, certains oxydes pulvérulents, obtenus anhydres par déshydratation, deviennent, quand on les chauffe fortement, incandescents et se transforment en oxydes nouveaux, plus durs, plus denses, résistant fortement à l'action des acides, et mêmes rendus inattaquables par ces agents. Les oxydes ferrique, chromique, la zircone, etc., sont dans ce cas.

La formation des oxydes par décomposition des hydrates, des carbonates, des nitrates, est une décomposition suivie de polymérisation. Quelle est la valeur de ce coefficient de polymérisation ? M. Henry reconnaît l'impossibilité de lui donner une valeur exacte et certaine. Mais si l'on tient compte de la différence qui existe quant à la volatilité, entre les chlorures et les oxydes correspondants :

CO^2	gazeux	Ebullition	-78°
$COCl^2$	liquide	—	$+10^\circ$
CCl^4	—	—	$+77^\circ$

si l'on tient compte en même temps de la grande volatilité de certains peroxydes exceptionnels, renfermant des éléments fixes tels que Os O^4, Ru O^4, volatilisables vers 100 degrés si l'on se rappelle, enfin, qu'à des chlorures aisément volatils correspondent en apparence du moins des oxydes fixes, il est probable que le coefficient de polymérisation est très-considérable.

M. Eugène MARCHAND

Correspondant de l'Académie de médecine, à Fécamp.

ÉTUDE SUR LA FERMENTATION LACTIQUE DU LAIT SUIVIE DE RECHERCHES SUR LA COMPOSITION DU LAIT SÉCRÉTÉ PAR LES VACHES DE DIFFÉRENTES RACES (1).

— *Séance du 27 août 1878.* —

La détermination de la nature et du nombre des éléments dont le lait est formé, ainsi que celle de leurs propriétés relatives, non-seulement chez les différentes espèces de mammifères, mais encore pour les différentes races de chaque espèce, est un problème dont la solution, vivement réclamée par la physiologie, ne peut être trouvée que dans les laboratoires où la matière, assujettie aux opérations qui la caractérisent, est saisie, appréciée et mesurée ou pesée, sous tous les états qu'elle peut affecter.

Le lait, pour cette cause, a été l'objet des préoccupations constantes des chimistes, et un grand nombre de noms illustres dans la science se trouvent attachés à son histoire. Malgré cela, si la nature des principes immédiats qui entrent dans sa composition est en général bien connue, il faut bien reconnaître aussi et il est utile de constater qu'à l'époque où nous sommes, les limites des oscillations présentées par leurs quantités dans le fluide sécrété par les mamelles des femelles de même race, ne sont pas déterminées encore avec la précision que réclame l'importance du sujet, et que la composition moyenne du produit, considéré selon son origine, reste encore elle-même à déterminer.

Depuis trente ans environ que cette question d'ordre supérieur est entrée, en quelque sorte par la force des choses et les nécessités de ma situation, dans mes préoccupations quotidiennes, j'ai toujours été vivement frappé des divergences extrêmement considérables que j'observais,

(1) La Commission de publication a décidé de réunir en un seul mémoire les deux communications distinctes, bien que se rattachant au même sujet, faites par M. E. Marchand aux sections de chimie et d'agronomie.

d'un côté, dans les résultats obtenus par des manipulateurs aussi habiles que distingués, et la concordance qui s'établissait, d'autre part, entre ceux obtenus par d'autres chimistes non moins expérimentés, et ceux que j'obtenais moi-même.

En présence de ces écarts étonnants, qui me paraissaient peu en harmonie avec la réalité, j'ai dû saisir de cette question l'Association française pour l'avancement des sciences, lorsqu'elle vint tenir au Havre, en 1877, son congrès annuel. Et depuis j'ai traité aussi cette question devant les délégués des sociétés savantes, et au sein de l'Association scientifique des pharmaciens de France, dont les réunions ont eu lieu, d'une part à la Sorbonne, et d'autre part à l'École de pharmacie de Paris, pendant les vacances de Pâques de la présente année.

Persuadé alors que les écarts dont je me préoccupais étaient dus aux procédés employés pour opérer l'analyse du lait, j'ai signalé les inconvénients qui m'apparaissaient dans chacun de ceux dont on se sert, et j'ai fait connaître celui qui est adopté dans mon laboratoire. J'ai réclamé en même temps l'adoption d'une méthode d'essai uniforme, capable de conduire à des résultats sur l'exactitude desquels il fût possible de compter. Les divers mémoires que j'ai présentés sur cette question aux différentes sociétés dont j'ai parlé ont été résumés ou publiés dans les actes de l'Association française (congrès du Havre), dans le *Journal de pharmacie et de chimie* (juin 1878) et dans les *Annales agronomiques* de M. Dehérain (cahier de juillet). Je n'ai donc pas à revenir ici sur les faits dont je me suis préoccupé ; mais j'aurai encore, néanmoins, à m'expliquer, dans le présent mémoire, sur diverses questions relatives à l'examen chimique du lait.

C'est qu'en effet, si, dans les publications que je viens de rappeler, j'ai insisté sur la nécessité qui s'impose aux expérimentateurs de déterminer la proportion de l'acide lactique libre qui peut être contenu dans le lait au moment où on le soumet à l'analyse, j'ai négligé de faire connaître le mode d'appréciation de ce principe, auquel je me suis arrêté. Ce renseignement m'a été demandé dans ces derniers temps ; mais dans tous les cas il me paraît nécessaire de le donner aujourd'hui, car si le lait, dans son état normal, lorsqu'il est fourni par un animal doué d'une bonne santé, est presque toujours acide, comme tous les physiologistes le savent, il ne faut pas oublier de constater ici que, parmi les chimistes qui se sont livrés à son examen, il serait impossible, à l'époque actuelle, d'en citer un seul qui ait essayé de déterminer la proportion du corps susceptible de rougir le papier bleu de tournesol, et de neutraliser les alcalis, dont ils auraient dû au moins signaler la présence. Moi-même, dans mes travaux antérieurs, j'ai négligé comme tout le monde de satisfaire à cette obligation.

Cette négligence, accomplie d'une façon si générale, est d'autant plus singulière que le phénomène est connu de tout le monde, et que la dose de l'acide libre contenu dans le liquide au moment où il sort des mamelles s'élève ordinairement à plusieurs grammes par litre. Les termes extrêmes de la proportion que j'ai constatée jusqu'à présent (sur une centaine d'échantillons de provenances diverses) oscillent entre $0^{g},82$ et $4^{g},22$. Comparée à celle des autres éléments, elle est relativement considérable, puisqu'elle peut s'élever à un douzième, et même à un huitième du poids des matières protéiques concomitantes avec elle dans le lait, et que, lorsque l'on soumet celui-ci à l'analyse, elle en exagère alors la quantité dans des rapports quelquefois encore plus rapprochés, puisque ces matières, étant habituellement dosées par différence, leur poids se trouve encore accru de celui de tous les éléments qu'il importe de doser, et que l'on a tort de ne pas apprécier.

Mais si le lait, dans son état normal, est ordinairement doué d'une réaction acide au moment où il est tiré des mamelles, il possède aussi une propriété qui a pour résultat d'augmenter l'intensité de cette réaction : il s'aigrit à partir du moment où il a subi le contact de l'air, si on le conserve abandonné à lui-même dans un vase ouvert ou même fermé. Alors une certaine quantité de la matière sucrée qu'il renferme disparait en subissant les effets de la fermentation lactique, tandis que les éléments dont elle est formée, se groupant dans un ordre différent, se métamorphosent en acide lactique et en eau, dont le poids total est égal au sien, ainsi que j'ai pu m'en assurer par des expériences multipliées.

Cela, d'ailleurs est conforme à la formule de la réaction qui s'établit ainsi :

$$C^6H^6O^6 \quad = \quad C^6H^5O^5 \quad + \quad HO$$
$$\text{Lactine.} = \text{Acide lactique.} + \text{Eau.}$$

Il résulte de là que chaque gramme de lactine se transforme en un gramme d'acide lactique monohydraté (L.HO) ou bien en $0^{gr},90$ d'acide lactique anhydre (L) lorsqu'elle subit la fermentation lactique.

La commodité du rapport 1 : 1 est telle que partout dans ce mémoire, lorsque je mentionnerai des transformations de la lactine en acide lactique, ou que j'indiquerai les résultats du dosage de cet acide que j'aurai opérés, mes indications se rapporteront toujours à l'acide monohydraté. Par conséquent, lorsque l'on voudra connaître le poids exact de tous les éléments constitutifs du lait dont la composition sera indiquée, il sera nécessaire de diminuer de un dixième de son poids le poids de l'acide indiqué, le dixième ainsi défalqué étant de l'eau dont la quantité devra être ajoutée à celle du même liquide révélée par l'analyse.

Il résulte donc de ceci que le lait qui a subi la fermentation lactique laisse, lorsqu'on le soumet à l'évaporation, un résidu solide moins lourd que celui qui n'a pas éprouvé cette altération. La différence, dans ce cas, est égale au poids de l'eau éliminée de la constitution de la lactine tandis qu'elle passe à l'état d'acide lactique. Il est, par conséquent, toujours facile d'en apprécier l'importance et de rétablir par le calcul le poids vrai du résidu solide que le lait aurait laissé s'il n'eût pas été altéré.

La fermentation spontanée du lait, surtout pendant les chaleurs de l'été, commence aussitôt que ce liquide est exposé à l'air, mais elle marche très-lentement d'abord, puis elle s'accélère jusqu'à l'instant où le caséum se sépare en donnant naissance au phénomène de la coagulation qui se manifeste ordinairement lorsque le lait contient les 7 à 8 millièmes de son poids d'acide lactique libre. La fermentation continue encore de produire ensuite ses effets, mais son activité se ralentit et s'arrête d'une façon à peu près complète lorsque le liquide renferme par litre 12 à 13 grammes de l'acide indiqué. A cet égard, voici quelques expériences qui jettent un peu de clarté sur la marche du phénomène.

Le 22 juillet, à 5 heures du soir, l'on a tiré le lait de deux chèvres et on l'a immédiatement soumis à l'action des réactifs pour déterminer les quantités de lactine et d'acide lactique libre qu'il contenait. On l'a abandonné ensuite à la fermentation spontanée, et l'on a déterminé chaque jour le degré de l'altération produite. Voici pour les deux échantillons les résultats obtenus et ramenés pour chacun d'eux à la constitution d'un litre de liquide normal.

ÉPOQUES de l'observation du Lait.	Temps écoulé entre les deux observations	LAIT N° 1 ÉLÉMENTS APPRÉCIÉS				LAIT N° 2 ÉLÉMENTS APPRÉCIÉS			
		Lactine		Acide lactique		Lactine		Acide lactique	
	heures	dosée	disparue	dosé	produit	dosée	disparue	dosé	produit
		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Au sortir du pis.	»	45.47	»	1.34	»	46.28	»	1.33	»
Juillet 23, 10 h. du mat.	17	45.27	0.20	1.54	0.20	45.90	0.38	1.71	0.38
— 24, — —	24	38.21	7.06	8.53	7.09	40.04	5.86	7.58	5 87
— 25, — —	24	35.77	2.44	11.05	2.41	37.92	2.12	9.68	2.10
— 26, — —	24	35.63	0.14	11 16	0.11	37.26	0.66	10.32	0.64
— 28, — —	48	34.78	0.85	12. »	0.84	35.77	1.49	11.79	1.47
Août.. 3, — —	144	34.18	0.60	12.63	0.63	34.07	1.70	13.47	1.68
— 10, — —	168	34.02	0.16	12.80	0.17	33.92	0.15	13.64	0.17

Les laits examinés le 24 juillet commençaient à se coaguler. Le n° 1 était plus avancé que le second.

Des observations analogues opérées sur le lait de deux vaches traites le 4 août à 5 heures du soir, ont donné à leur tour les résultats indiqués dans ce nouveau tableau :

ÉPOQUES de l'observation du Lait.	Temps écoulé entre chaque observation	LAIT N° 1 ÉLÉMENTS APPRÉCIÉS				LAIT N° 2 ÉLÉMENTS APPRÉCIÉS			
		Lactine		Acide lactique		Lactine		Acide lactique	
	heures	dosée	disparue	dosé	produit	dosée	disparue	dosé	produit
		gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
4 août, au sortir du pis.	»	»	»	2.64	»	»	»	2.32	»
5 — à 11 h. du mat.	18	52.90	»	3.37	0.74	52.37	»	2 95	0.43
6 — —	24	45.06	7.84	11.20	7.83	44.66	7.91	10.90	7.95
7 — —	24	44.47	0.59	11.80	0.60	43.88	0.78	11.70	0.80
8 — —	24	44.42	0.05	11.82	0.02	43.78	0.10	11.72	0.02
10 — —	48	44.08	0.34	12.16	0.34	43.03	0.75	12.46	0.74

Les deux échantillons examinés le 6 août, étaient coagulés au moment de l'observation.

Des expériences instituées par M. Charles Marchand dans le même esprit que les précédentes et avant elles, sur des laits de chèvre, de vache et de femme, l'avaient conduit à des résultats semblables : dans les laits de vache et de chèvre, le caséum s'était séparé lorsque le liquide était arrivé à contenir par litre plus de 7 grammes d'acide lactique libre, 8 grammes environ, et la fermentation s'était arrêtée presque complétement lorsque la proportion d'acide s'était trouvée voisine de celle qui a été indiquée : 11 à 12 grammes.

En présence de tous les chiffres posés dans les deux tableaux précédents, il m'a semblé bien démontré que tandis qu'ils subissent la fermentation spontanée, les laits de vache et de chèvre ne se chargent pas d'alcool, quoique le contraire ait été indiqué. Le phénomène de la fermentation lactique ne se complique dans ce cas, d'aucun autre phénomène secondaire. Il n'en est plus de même lorsque l'on ajoute du glucose ou du sucre cristallisable au lait abandonné au contact de l'air, et que l'on prend le soin de neutraliser tous les jours avec un alcali, l'acide produit. Il se forme chaque jour une nouvelle quantité de celui-ci, et cette production s'accélère de jour en jour, jusqu'à la complète disparition des matières sucrées, mais en même temps il se produit aussi une petite quantité d'alcool. Dans ce cas les transformations s'accomplissent avec plus de rapidité lorsque le lait est étendu d'eau.

Voici les expériences qui servent de base à cette opinion :

Quatre échantillons de lait de vache normal ont été abandonnés à l'air libre dans les conditions suivantes

A. 50 centimètres cubes de lait pur;
B. 50 — — additionnés de 50cc. d'eau distillée;
C. 50 — — — de 5 grammes de sucre;
D. 50 — — — de leur volume d'eau distillée avec 5 grammes de sucre.

Les résultats obtenus s'établissent ainsi qu'il suit pour un litre de lait normal mis en expérience :

TEMPS ÉCOULÉ entre chaque observation.	ACIDE LACTIQUE FORMÉ			
	A	B	C	D
	gr.	gr.	gr.	gr.
Au commencement. . . .	2.32	2.32	2.32	2.32
24 heures	7.84	8.10	9.26	10.95
24 —	10 »	11.68	10.73	13 68
24 —	10.63	12.37	11.16	13.79
24 —	11.37	13.79	12.12	13.90
24 —	8.50	4.42	15.37	17.37
24 —	1.59	Toute la lactine est disparue.	18.10	19.89
24 —	Toute la lactine est disparue.		21.80	28.80
48 —			27.26	25.55
			Il n'y a plus de sucre ni de lactine.	Il n'y a plus de sucre ni de lactine.
Acide produit	52.55	52.68	128.12	146.25
Alcool mesuré.	» »	» »	24cc6	Traces sensibles.

Le lait soumis aux expériences contenait par litre 52 grammes 43 de lactine. Les résultats obtenus prouvent bien que dans les échantillons A et B (lait pur et lait allongé d'eau), toute la lactine s'est transformée en acide lactique, mais plus vivement dans B que dans A (1). Quant aux échantillons C et D, ils témoignent aussi d'une activité de la fermentation lactique plus intense et plus rapide sous l'influence de l'eau. C a donné moins d'acide lactique que D, mais en revanche il a donné 24cc. 6 d'alcool, tandis que D n'en a fourni à la distillation qu'une quantité trop faible pour être appréciée avec exactitude à l'aide de l'alcoomètre.

La quantité d'alcool dosée dans l'échantillon C est supérieure à celle

(1) M. Fremy a obtenu précédemment des résultats concordants avec ceux qui sont mis en évidence par les transformations que l'échantillon A a subies : cet éminent chimiste a constaté, en effet, que sous l'influence de neutralisations successives accomplies à l'aide d'un alcali, toute la lactine disparaît et se transforme en acide lactique.

indiquée par la théorie. Si l'on en juge d'après la quantité d'acide lactique dosée par la neutralisation, elle n'aurait pas dû être supérieure à 18 ou 19 centimètres cubes ; mais tandis que la fermentation alcoolique s'accomplit, il y a toujours production d'acide carbonique dont la liqueur retient une certaine quantité en dissolution. En raison de cette circonstance, il me paraît probable, certain même, que la dose d'acide lactique appréciée dans les échantillons C et D est un peu trop considérable ! Il n'y a pas lieu, cependant, de se préoccuper de ce petit accident : la question que je désirais élucider se trouve, en effet, résolue d'une façon très-nette : le sucre cristallisable ajouté au lait qui s'aigrit, éprouve tout à la fois la fermentation lactique et la fermentation alcoolique, — la première avec plus d'énergie que la seconde.

L'examen des chiffres posés au tableau permet de reconnaître que les phénomènes généraux de la fermentation du lait se modifient en présence du sucre de cannes, puisque ces phénomènes, sous son influence, continuent à se développer en s'accélérant dans les liqueurs où l'acide lactique se trouve en quantité double de celle qui arrête leur accomplissement lorsque la lactine seule est en cause. Je rechercherai plus tard la cause de cette diversité d'effets.

Quoi qu'il en soit, remarquons en passant que si l'on voulait préparer de l'acide lactique au moyen du glucose ou du sucre cristallisable dissous dans le lait, il y aurait avantage à couper ce lait de son volume d'eau, puisque l'on obtiendrait alors sous forme de lactate alcalin, la presque totalité du rendement indiqué par la théorie pour le cas d'une fermentation complète (1).

En présence de tous les résultats qui viennent d'être exposés, et qui ont été obtenus comme je l'ai dit par une température dont la moyenne a oscillé entre 19 et 23 degrés, j'ai pensé qu'il était utile de suivre d'une façon plus détaillée le mode selon lequel se développe la fermentation spontanée du lait sous l'influence de la température indiquée. Voici les nouveaux résultats que cette étude a procurés. La lettre C, placée dans chaque colonne à gauche des chiffres, indique le moment où le lait examiné présentait pour la première fois à l'observateur le caséum en état de coagulation. La marche du phénomène a été suivie pendant trente heures. Les échantillons ont tous été placés dans des conditions de température et d'exposition à l'air bien identiques. Les différences de résultats observées pour chacun d'eux comparé aux autres, dans la marche de la fermentation, ne doivent donc être

(1) En neutralisant les liqueurs avec de la potasse et les concentrant à la température de l'ébullition, a consistance sirupeuse, l'on obtient du premier jet des cristaux bien blancs de lactate de zinc, si l'on mélange le sirop avec une dissolution saturée à chaud d'acétate de ce métal. On peut ensuite obtenir l'acide lactique incolore en décomposant le sel obtenu avec son équivalent d'acide oxalique.

attribuées qu'à la constitution même de chaque liquide mis en expérience.

ÉPOQUES et heures d'observation.	ACIDE LACTIQUE (L. H O) DOSÉ					
	LAITS DE CHÈVRES tirés le 7 août à 4 heures 1/2 du soir		LAITS DE VACHES tirés le 8 août vers 5 heures du matin.			
	n° 1	n° 2	n° 1	n° 2	n° 3	n° 4
	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.
Au moment de la traite.. .	1.92	1.96	»	»	»	»
8 Août à 8 heures du mat.	2 »	2. »	2.05	2.08	2.76	2.15
— 2 heures du soir.	2.30	3.12	2.35	2.12	2.80	2.35
— 5 —	2.92	4.06	2.44	2.16	2.82	2.60
— 7 —	3.65	5.04	» »	» »	» »	» »
— 8 —	4.20	6.01	2.80	2.27	2.94	3.84
— 9 —	4.92	6.76	3.06	2.39	3.20	4.67
— 10 —	6.02	7.42	3.35	2.56	3.60	5.58
— 11 —	6.48	C. 7.82	3.78	2.82	3.98	6.38
— Minuit.	6.88	8.21	4.16	3.10	4.36	C. 7.26
9 Août à 1 heure du matin.	7.20	8.55	4.62	3.38	4.70	7.63
— 2 —	C. 7.40	8.78	4.82	3.70	5.10	8 »
— 3 —	» »	» »	5.50	3.92	5.80	8.20
— 7 —	8.20	9.90	C. 7.40	5.58	C. 8.26	9.16
— 10 —	» »	10.40	8.22	C. 7.44	9.67	9.76
— 2 heures du soir.	8.44	10.78	9.42	8.21	10.33	10.18

Les résultats consignés dans ce tableau sont traduits, au moyen de quelques interpolations, sur le diagramme placé ci-contre, qui permet de se rendre compte à première vue de la marche du phénomène pour chaque cas spécial. Ce phénomène comme tous ceux qui prennent naissance sous l'influence des ferments (comme sous celle de la vie, en général), s'accuse aux mêmes instants, et l'on devait s'y attendre, avec des intensités différentes dans chaque liquide soumis à l'observation, mais si toutes les courbes figurées ne suivent pas la même direction, les anomalies qu'elles présentent sont d'ordre normal, et la loi du développement de la fermentation que le lait subit dans les conditions ordinaires de son exposition à l'air, par une température voisine de 20° c., n'en apparait pas moins nettement aux yeux.

Pour exécuter avec profit les essais précédents, j'ai dû me préoccuper du soin de trouver une méthode exacte pour opérer le dosage de l'acide lactique libre contenu dans le lait normal ou aigri, et celui de la lactine dans le lait dont la fermentation avancée a provoqué la séparation du caséum en ce magma épais qui donne au lait tourné sa consistance.

En ce qui concerne le DOSAGE DE LA LACTINE, il était indispensable de

l'exécuter sur le lait lui-même encore pourvu de tous les éléments qui entrent dans sa constitution, et non sur le sérum, comme on a l'habitude de le faire. Pour y réussir voici comment j'opère :

Je divise dans le lait, par une agitation suffisamment prolongée, le magma caséeux coagulé, puis je prends cinq centimètres cubes du liquide ainsi obtenu, et je les mélange intimement avec 20 centimètres cubes de la liqueur alcaline titrée dont il va être question dans un

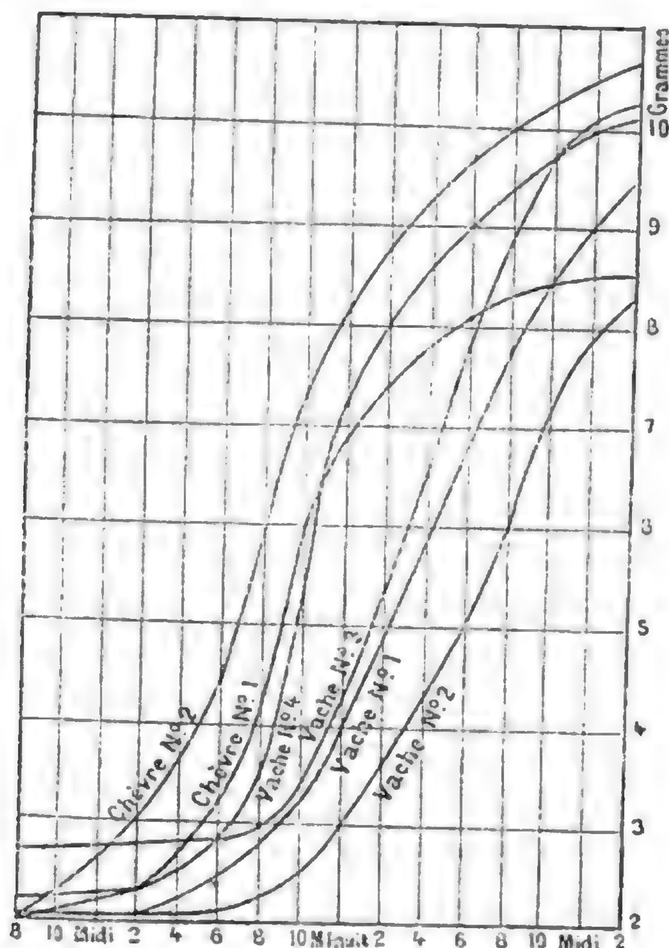


Fig. 52. — Mode de développement de la fermentation lactique dans le lait.

instant. J'obtiens ainsi 25 centimètres cubes d'un liquide analogue quoique alcalin (ce qui ne présente aucun inconvénient, parce que l'alcali dans ce cas n'est pas nuisible) à celui que l'on emploie dans la méthode du docteur Rosenthal pour effectuer le dosage du sucre du lait. J'opère ensuite la réduction de la liqueur bleue en agissant comme cela a été conseillé par ce chimiste (1). L'opération se fait parfaitement bien et donne des résultats d'une grande précision.

A cet égard, j'ai reçu plusieurs lettres me demandant la formule de la liqueur bleue dont je me sers. On se plaint de ce que celle qui est préparée comme l'a conseillé le docteur Rosenthal est peu susceptible

(1) *Journal de pharmacie et de chimie*, t. XXVI, p. 214, année 1854.

d'une longue conservation. Voici celle que j'ai adoptée, et qui répond bien à ce *desideratum*, surtout lorsqu'on la renferme à l'abri de la lumière dans des flacons en verre coloré en orangé-brun, et fermés avec des bouchons en liège profondément imprégnés de paraffine. Ce mode de bouchage convient très-bien pour la garde des dissolutions aqueuses, même concentrées, de tous les alcalis caustiques. Je n'hésite pas à en recommander l'usage.

Prenez :	Sulfate de cuivre cristallisé pur.	34gr.65
	Tartrate de potasse et de soude.	175 00
	Soude caustique liquide à 30° (liqueur des savonniers).	200 00
	Eau distillée.	Q. S.

pour obtenir 1.000 centimètres cubes de liqueur dont 2 centimètres cubes doivent être exactement décomposés par une quantité de liquide riche à 50 grammes de lactine par litre, et remplissant dans la burette de Rosenthal 1cc.664 ou l'espace occupé par 20 de ses divisions.

Pour réduire un équivalent du sulfate de cuivre contenu dans cette liqueur, il faut employer 6 équivalents de lactine, ou 9 de saccharose, ou bien 10 de glucose.

Maintenant pour le DOSAGE DE L'ACIDE LACTIQUE, voici le procédé suivi :

25 centimètres cubes du lait à essayer, normal ou coagulé (1) sont additionnés d'un égal volume d'eau distillée, et colorés par l'addition d'un demi centimètre cube d'une teinture alcoolique de curcuma fortement chargée de matière tinctoriale (2). Lorsque le lait est alcalin, ce qui arrive rarement, il prend une teinte rouge bien sensible; dans les cas contraire, il contracte une magnifique couleur jaune serin. En cet état, on l'additionne d'une dissolution titrée de soude caustique jusqu'à ce qu'il soit rendu exactement neutre, ce que l'on reconnait à la couleur rouge qu'il contracte aussitôt qu'il devient alcalin. La réaction arrive à son terme lorsque la couleur rouge cesse de s'aviver.

Le volume de la liqueur neutralisante employée pour produire cet effet est multiplié par 40 (3) et l'on divise le produit par 20. L'on

(1) Dans ce cas on y divise le caséum coagulé, par une agitation suffisamment prolongée.

(2) La teinture de tournesol ne m'a pas donné de bons résultats. Sa matière colorante forme avec le caséum une lacque d'un bleu pâle dont il est difficile de saisir avec certitude l'apparition. J'ai essayé aussi d'une teinture contenant environ le cinquième de son poids d'extrait de bois de campêche. Elle ne m'a pas non plus satisfait : l'hématine forme bien avec le caséum une lacque d'un bleu intense, mais cette couleur n'apparait que lorsque l'on a employé le double environ de la liqueur nécessaire pour opérer la neutralisation.

(3) On multiplie par 40 pour ramener au litre les 25 centimètres cubes de lait soumis à l'expérience et l'on divise par 20 parce que la liqueur alcaline titrée ne neutralise que la moitié de son volume de liqueur acide normale.

obtient au quotient la quantité de l'acide saturé, ramené au volume d'un litre du lait essayé, car cette liqueur alcaline doit toujours être composée de telle sorte qu'elle sature exactement la moitié de son volume d'une autre liqueur chargée d'acide et représentant par son titre son équivalent de lactine, ou ce qui revient au même son équivalent d'acide lactique monohydraté ou anhydre.

J'ai adopté l'acide oxalique pour constituer cette liqueur. C'est un corps plus facile à manier que l'acide sulfurique monohydraté, et qui présente mieux que lui une composition constante, car il n'est point hygrométrique. L'avantage de son emploi pour préparer des liqueurs titrées me paraît incontestable.

63 parties en poids d'acide oxalique purifié par une nouvelle cristallisation, et desséché à la température de 100 degrés, équivalent exactement à 90 grammes de lactine pure cristallisée, et bien desséchée aussi. En conséquence la liqueur d'essai est constituée ainsi :

Acide oxalique cristallisé ($C^2 O^3, 3 HO$).	70 grammes.
Eau distillée	Q. S.

pour obtenir 1,000 centimètres cubes de liquide formant l'équivalent de 100 grammes d'acide lactique monohydraté.

Exemple d'un dosage d'acide lactique dans le lait :

25 centimètres cubes de lait aigri, et étendus de leur volume d'eau pure ayant été colorés comme il a été dit, ont exigé $6^{cc}.3$ de la solution normale de soude caustique pour leur neutralisation.

Cette liqueur saturant exactement la moitié de son volume de liqueur acide, l'on a $\frac{6^{cc}.3 \times 40,}{20}$ ou plus simplement $6^{cc}.3 \times 2 = 12.6$. Cela veut dire que le lait examiné contient par litre $12^{gr}.6$ d'acide lactique libre.

Ce dosage est facile à opérer; il s'exécute avec une grande rapidité. Je l'ai souvent mis en usage dans les étables et les pâturages du pays de Caux pour y déterminer le degré d'acidité présenté par le lait au moment de la traite.

Armé de ce procédé d'analyse, et de tous ceux que j'ai décrits dans les mémoires précités (1), il devenait intéressant de profiter de la réunion du grand nombre d'animaux de l'espèce bovine qui devaient être rassemblés à Paris pendant la première quinzaine du mois de juin, dans une exposition internationale, pour essayer de déterminer les limites des oscillations que présentait la composition du lait fourni par les vaches des

(1) J'ai recommandé dans ces mémoires de n'opérer que sur 5 grammes de lait pour arriver à la détermination du poids des matières fixes, et de procéder à la dessiccation du résidu de l'évaporation bien pulvérisé, à la température de 100 degrés. Voici les résultats des expériences que

différentes races appelées à figurer dans cette exhibition qui paraissait devoir être splendide, et qui l'a été, en effet.

J'ai pu me livrer à cette étude, grâce au bienveillant appui qui m'a été accordé par M. Teisserenc de Bort, ministre de l'agriculture et du commerce, à qui je suis heureux d'exprimer ici tous mes sentiments de reconnaissance. M. Porlier, directeur général de l'agriculture au ministère et commissaire général du concours, a aussi un droit particulier à mes remercîments pour les facilités qu'il m'a procurées dans l'accomplissement de mon travail. Je le prie également de vouloir bien en agréer l'expression.

Les races exposées étaient nombreuses. Parmi celles d'origine française l'on en comptait une trentaine, et parmi les races étrangères il n'y en avait pas moins de 17 à 18. Malheureusement les vaches laitières faisaient défaut dans un grand nombre de lots, et parmi ceux où l'on en pouvait observer, il devenait quelquefois impossible de rien tirer de leurs mamelles, parce qu'elles étaient accompagnées de leurs veaux, quelquefois aussi sans avoir jamais été soumises à la traite, et qu'elles

j'avais entreprises pour justifier cette recommandation. Il s'agissait de déterminer l'influence exercée sur le poids des matières fixes par la masse de lait mis en évaporation, l'état de division des matières restées pour résidu, et la température à laquelle s'opère la dessiccation.

QUANTITÉ de lait évaporée	ÉTAT de division de la matière.	POIDS DU RÉSIDU évalué pour un litre de lait et desséché à la température de		
		80°	100°	120°
		gr.	gr.	gr.
5 grammes. .	pulvérisée.	141.20	140 »	139.62 ambré
5 — . .	id.	141.16	140 »	139.80 id.
5 — . .	divisée en grumeaux. .	141.32	140.62	140.38 id.
5 — . .	id. . .	141.34	140.70	140.40 id.
5 — . .	adhérente à la capsule.	141.44	140.30 ambré	138.20 caramélisé
5 — . .	id.	141.42	140.38 id.	138.60 id.
10 — . .	pulvérisée.	141.22	140.53	140.16
10 — . .	divisée en grumeaux. .	141.28	140.63 id.	140.30 ambré
10 — . .	adhérente à la capsule.	141.30	140.60 jaune	139.60 caramélisé

Je n'ai sans doute pas besoin de le dire ici, le poids des capsules n'a été définitivement inscrit que lorsqu'elles avaient été maintenues au moins pendant une heure aux températures indiquées, après qu'elles avaient cessé de diminuer de poids. Pour la température de 80° il a fallu les maintenir dans l'étuve pendant cinq heures environ, pour les amener à l'équilibre constant sur le plateau de la balance.

J'ai signalé aussi dans mes précédentes publications plusieurs causes d'inexactitude que l'on rencontre lorsque l'on dose le beurre en l'extrayant avec de l'éther du résidu convenablement desséché, qui est laissé par l'évaporation du lait. A ces causes, il faut en ajouter encore une autre qui vient de se révéler à moi dans le cours des études dont ce mémoire est l'objet : avec le beurre l'éther enlève aussi une partie de l'acide lactique contenu dans le résidu, et cet acide, dont le poids ne doit pas être négligé, reste dans la capsule avec la matière grasse après la vaporisation du dissolvant : il fausse par conséquent les résultats de l'analyse.

refusaient de subir cette opération lorsqu'on tentait de vouloir les y soumettre. C'est ainsi, particulièrement, que j'ai dû renoncer, à mon grand regret, à l'espoir de pouvoir examiner le lait des races françaises de Bazas, de la Bretagne, du Charolais, de la Garonne, de la Gascogne, des Pyrénées et de la Tarentaise ; et que dans les races étrangères il m'a été impossible d'obtenir un seul échantillon du lait fourni par les vaches du Simmenthal, d'Hereford, de Jersey, des Highlands d'Ecosse, ni des vaches sans cornes d'Angus, d'Aberdeen, etc., dont l'étude cependant aurait été bien particulièrement intéressante.

Malgré cela j'ai pu soumettre à l'analyse 62 échantillons de lait qui m'ont été fournis par autant de vaches classées dans 18 races différentes.

Je donnerai dans un tableau supplémentaire, annexé à la suite de ce mémoire, la composition de chaque produit examiné, mais pour faciliter les déductions je condense dans le tableau suivant les chiffres moyens ramenés à la constitution du litre d'émulsion fournie par chaque race, qui se déduisent de mon travail.

COMPOSITION MOYENNE DU LITRE DE LAIT FOURNI PAR LES VACHES DE CHAQUE RACE.

NOMBRE de laits examinés.	RACES	Beurre	Acide lactique libre	Lactine	Matières protéiques	Sels	Eau	TOTAL
2	d'Aubrac.	35.52	2.92	50.76	23.81	7.38	912.56	1032.95
2	d'Ayr	35.98	1.20	52.91	23.83	7.62	911 61	1033.15
1	Comtoise.	34.31	2.47	51.28	26.24	7.99	910.91	1034.20
5	Durham..	35.51	1.54	51.48	25.67	7.81	911.35	1033.36
3	Femeline.	36.17	2.04	51.96	26.95	8.14	909.40	1034.56
3	Flamande	34.18	1.86	51.18	23.45	7.93	913.86	1032.54
2	Fribourgeoise.	37.08	1.71	52.63	25.07	8.04	909.17	1033.70
5	Hollandaise.	38.99	2.64	50.70	22.44	7.84	909.39	1031.70
2	de Kerry.	36.68	1.15	51.16	25.15	7.35	910.46	1033.45
2	Limousine	39.83	2.81	50.03	27.73	7.54	905.71	1034.25
2	du Mezenc.	40.78	1.19	51.29	25.64	8.23	905.82	1032.95
6	Normande	38.95	1.03	51.07	26.81	8.06	906.94	1033.75
5	Parthenaise	41.21	2.23	51.75	25.11	8.11	904.87	1033.28
1	des Polders.	44.20	0.82	53 47	23.84	6. »	902.23	1032.40
5	de Salers.	43.24	1.89	53.12	25.82	7.99	901.80	1033.28
3	de Schwitz.	37.81	1.42	54.19	24.04	8.05	908.47	1033.86
4	Suédoise.	36.11	1.21	53.26	18.99	7.86	913.77	1031.20
3	Tarentaise.	40.98	2.18	51.11	26.02	7.78	905.33	1033.40

A l'aide de ces renseignements, l'on peut classer chaque variété de lait dans l'ordre de sa richesse en lactine et en matière protéique, et comme l'acide lactique représente son équivalent de lactine d'où il dérive bien

certainement, et dont il offre d'ailleurs les éléments constitutifs groupés dans un ordre différent, l'on peut aussi en opérer le classement en raison de la richesse de chaque échantillon en lactine et acide lactique libre. L'on obtient ainsi un groupement qui diffère du premier, mais qui représente mieux, à mon avis, le rang que doit prendre chaque variété considérée au point de vue de sa richesse normale en matière sucrée, ou au moins en aliments respiratoires appartenant à ce groupe, ou en dérivant.

CLASSEMENT DES RACES SELON LA RICHESSE DE LEUR LAIT.

RICHESSE en lactine.		RICHESSE en lactine et acide lactique.		RICHESSE en matières protéïques.	
Limousine . . .	50.63	de Kerry. . . .	52.31	Suédoise. . . .	18.99
Hollandaise. . .	50.70	du Mézenc. . .	52 48	Hollandaise. . .	22.15
d'Aubrac. . . .	50.76	Normande . . .	53 »	Flamande . . .	23.45
Normande . . .	51.07	Durham.	53.02	d'Aubrac	23.81
Tarentaise. . .	51.11	Flamande. . . .	53.04	d'Ayr.	23.83
de Kerry. . . .	51.16	Tarentaise. . .	53.29	des Polders . .	23.84
Flamande. . . .	51.18	Hollandaise. . .	53.34	de Schwitz. . .	24.04
Comtoise. . . .	51.28	Limousine . . .	53.44	Fribourgeoise. .	25.07
du Mézenc. . .	51.29	d'Aubrac. . . .	53.68	Parthenaise. . .	25.11
Durham.	51.48	Comtoise. . . .	53.75	de Kerry. . . .	25.15
Parthenaise . .	51.75	Parthenaise. . .	53.98	du Mézenc. . .	25.64
Femeline. . . .	51.96	Femeline. . . .	54 »	Durham	25.67
Fribourgeoise .	52.63	d'Ayr.	54.11	de Salers. . . .	25.82
d'Ayr.	52.91	des Polders . .	54.29	Tarentaise. . .	26.02
de Salers. . . .	53.12	Fribourgeoise. .	54.24	Comtoise. . . .	26.24
Suédoise. . . .	53 26	Suédoise. . . .	54.47	Normande . . .	26.81
des Polders. . .	53.47	de Salers. . . .	55.01	Femeline. . . .	26.93
de Schwitz. . .	54.19	de Schwitz. . .	55.61	Limousine. . .	27.73

On remarquera que je ne tire dans ce mémoire aucune conclusion, ni aucune déduction de la richesse du lait en beurre. C'est que pour apprécier cette richesse avec exactitude, il est nécessaire, comme je l'ai indiqué ailleurs (1), de soumettre les vaches à deux traites successives et *complètes*, opérées à 6 heures environ de distance l'une de l'autre et de n'opérer l'analyse que sur le produit uniformément mélangé de la seconde traite. Il n'était pas possible, on le conçoit, d'agir ainsi avec les vaches exposées sur l'esplanade des Invalides. Je me suis borné, autant que possible, à me procurer les échantillons destinés aux essais, à leur sortie du pis, lorsque la traite que je voyais opérer avait pro-

(1) V. *Annales agronomiques*, juillet 1878, p. 204. *Journal de pharmacie et chimie*, juin 1878.

duit, de l'avis des gens de service qui l'exécutaient, la moitié environ du liquide qu'elle devait fournir. Cela me donnait lieu d'espérer l'obtention d'un lait de qualité à peu près moyenne quant à sa richesse en matière grasse, mais qui, bien certainement était toujours normal dans sa richesse en tous les autres éléments, car ceux-ci restent uniformément divisés dans la masse de l'émulsion, tant qu'elle séjourne dans l'organe chargé de l'élaborer et de la secréter, ainsi que le savent par expérience tous ceux qui, au point de vue chimique, ont étudié cette question, la balance à la main. Or, le présent travail avait surtout pour but de déterminer pour chaque race, les moyennes richesses du lait en lactine, en acide lactique, et en matières protéïques, — c'est-à-dire en caséum et albumine. J'ai l'espoir d'être arrivé bien près de ce résultat.

Pour être bien assuré de la valeur des échantillons destinés à mes études, je n'ai accepté que ceux qui étaient tirés de la mamelle sous mes yeux. Les exigences du service des animaux, et l'impossibilité dans laquelle je me trouvais d'être partout à la fois, m'ont mis dans la nécessité d'accepter quelquefois des échantillons du commencement ou de la fin de la traite. Cette circonstance a, nécessairement, exercé une influence sur les résultats de l'appréciation de la matière grasse dont, au reste, la détermination pour acquérir tout l'intérêt et la valeur qu'il serait désirable de lui voir posséder, ne doit être faite, je ne saurais trop le répéter, que sur le lait fourni par des animaux qui étant assujettis à leurs habitudes et à leur régime ordinaires, dans les lieux où ils résident habituellement (paturage ou étable), peuvent donner deux fois de suite à moins de six heures d'intervalle ou à six heures tout au plus, la totalité des produits qui remplissent leurs mamelles.

Parmi les races dont j'ai examiné le lait, il en est deux dont j'ai eu souvent l'occasion d'étudier les produits. Ce sont les Normandes et les Durham pures ou alliées entre elles. Mes nombreuses analyses du lait sécrété par les vaches entretenues dans le pays de Caux, et dont la généralité appartient à ces deux races, m'ont permis de lui assigner la moyenne composition suivante :

Beurre			38.40
Lactine			51.85
Caséum	18.45	— matières protéïques	23.82
Albumine	5.37		
Sels fixes (matières cinéraires)			7.28
Eau			910.55
Poids égal à celui du litre de lait à + 15° température centigrade			1031.90

La richesse de ce lait en beurre est sensiblement égale à celle du lait donné par les vaches normandes de l'exposition, mais sa richesse en lactine paraît être un peu plus grande que celle du lait fourni par ces vaches et celles de Durham classées dans les tableaux précédents, tandis que la matière protéïque s'y trouve en moins grande quantité. Cela n'a rien qui doive surprendre, car, à Paris, je me trouvais en présence d'animaux de premier choix, tandis que dans le pays de Caux, mes analyses ont porté sur le lait fourni par un ensemble de près de mille vaches de toute valeur, disséminées dans la contrée, et quelquefois mal nourries, mais nourries souvent aussi avec des betteraves ou des carottes.

D'ailleurs des expériences faites en 1858, à la demande de M. Lefour, alors inspecteur de l'agriculture, pour déterminer la valeur comparée des races Normande et Durham sous le rapport de leurs qualités laitières, et de la valeur du lait qu'elles produisent (1) m'ont conduit à établir ainsi qu'il suit la composition moyenne des liquides alors analysés :

	LAIT DES VACHES	
	Normandes pures	Durham normandes
Beurre	56.22	52.97
Lactine	50.50	51.13
Caséum	22.27	19.75
Albumine	11.37	9.46
Sels fixes	8.09	8.01
Eau	885.35	891.31
Poids égal à celui du litre de lait à + 15°	1033.80	1032.63

Ces nouveaux résultats accusent à leur tour des écarts différents des précédents dans les proportions de la matière sucrée, et dans celles des matières protéïques. La somme de celles-ci s'élève à

33 gram. 64 dans le lait des normandes et à
29 gram. 21 dans celui des Duhram normandes.

Mais ces nombres doivent subir une réduction, car j'ai négligé, comme tous les chimistes avaient coutume de le faire, de doser l'acide lactique libre contenu dans les échantillons sur lesquels mes analyses ont porté, et la proportion de cet acide négligé se trouve comprise dans le poids

(1) V. *Mém. d'Agric. et d'Écon. rur.* publiés par la Société centr. d'agric. Paris, 1858, p. 305.

des matières protéïques dont il exagère la valeur. Or, tous les échantillons examinés, ou presque tous provenaient de traites accomplies la veille du jour où ils étaient apportés au laboratoire, et ils y étaient apportés de pays éloignés de 8 à 10 kilomètres en moyenne, et pour quelques-uns de 28 à 30. Il est donc certain, en raison même de cet état des choses que la proportion moyenne de l'acide lactique libre qu'ils contenaient, n'était pas inférieure à trois grammes par litre. Dans ces conditions la proportion moyenne des matières protéïques des laits examinés devait varier de

30 gram. 64 dans le lait des normandes à
26 gram. 21 dans celui des Durham-normandes.

Ce dernier chiffre est voisin de celui qui est attribué par les nouvelles recherches aux matières protéïques contenues dans le lait des Durham, et l'autre excède de quatre grammes à peine celui qui caractérise le lait des normandes pris à l'exposition.

Je me borne à signaler ces faits sans les discuter. L'âge des animaux, celui du lait lui-même, indépendamment du régime alimentaire dont l'influence est incontestable, peuvent exercer sur la richesse du lait en matières azotées une action appréciable, — cette richesse devenant souvent plus grande dans le lait des vaches qui ont eu plusieurs portées. Cependant cette influence n'est pas constante, et dans tous les cas elle ne parait pas être bien intense.

En ce qui concerne celle qui est exercée par l'âge du lait, il n'est peut-être pas sans intérêt de consigner ici les résultats d'un grand nombre d'analyses que j'ai eu l'occasion d'exécuter dans des conditions qui m'ont permis de jeter un nouveau jour sur cette importante question. Les analyses ont porté sur le lait de deux vaches normandes âgées, la première de 4 ans 1/2 environ lorsqu'elle vêla, le 11 mars, et la seconde âgée de 8 ans quand elle donna son veau le 9 août.

L'âge des animaux exposés au concours était inséré au catalogue officiel, et je l'ai retenu pour les vaches qui m'ont donné des échantillons de lait. On le trouvera sur le tableau à la suite de ce mémoire. Quant à l'âge du lait, il m'a été impossible d'obtenir des renseignements dignes de confiance, et pour cette raison, j'ai dû négliger de tenir compte de ceux qui m'ont été fournis.

On trouvera dans les deux tableaux suivants les résultats de mes analyses multipliées du lait sécrété par les deux vaches dont je viens de parler :

COMPOSITION PAR KILOGRAMME, ET PENDANT TOUTE LA DURÉE DE LA LACTATION, DU LAIT DONNÉ PAR LA VACHE NORMANDE AGÉE DE 4 ANS 1/2.

Age du lait en jours.	Densité à + 15° c.	Beurre.	Lactine.	Caséum.	Albumine.	Sels.	Eau.	Matières protéiques en masse.	Observations.
1° traite	1068.1	17.49	23.58	16.81	102 69	9.53	829.90	119.50	
1	1039.7	28.91	36.56	13 36	37.42	8.38	875.37	50.78	
2	1038.1	40.33	42.06	21.23	23.32	8.31	864.75	44.55	
3	1037.2	38 »	43.43	21.52	19.41	8.08	869.56	40.93	
4	1036.8	43.36	45.70	25.98	13.33	7.80	803.83	39.31	
5	1035.7	45.46	46.62	24.69	11.95	7.65	863.63	36.64	
6	1035.6	38 06	47.08	23.10	11.39	7.40	872.97	34.40	
7	1035.5	35.90	47.55	22.18	11.19	7.42	875.85	33.28	
8	1035.3	33.34	48.50	22.02	9.32	7.87	879.45	31.34	
9	1035.2	35.90	49.29	23.31	7.54	7.46	876.50	30.85	
10	1035.2	31.94	49.55	22.62	6.04	7.20	882.05	29.26	
21	1033.4	50.11	52.04	19.44	8.30	7.21	862.90	27.74	
36	1032.2	43.36	52.27	16.15	7.22	7.16	873.84	23.37	
51	1032.5	42.89	51.79	13.40	6.13	7.12	877.77	24.53	
63	1030.6	45.69	51.08	13.50	8.11	7.14	874.48	21.61	
87	1028.2	76.44	49.43	19.55	5.74	7 »	841.84	25.20	La vache a été saillie 15 jours avant.
97	1031.6	46.76	51.37	17 83	5.71	6.90	873.43	23.54	
108	1032.9	32.40	51.54	17 39	5.28	7.56	885.82	22.67	
126	1032.8	38.23	52.19	18.22	5 01	7.48	878.87	23.23	
196	1033.1	44.52	53 08	20.05	4.40	7.50	870.43	24.45	Nourriture aux betteraves.
237	1032.2	40.10	51.17	16.34	7.16	7.16	877.87	23.40	

Deux des dosages de lactine consignés dans ce tableau, doivent être mentionnés d'une façon particulière; ce sont ceux qui ont été exécutés sur le lait produit 63 et 87 jours après le vêlage.

Celui du 63ᵉ jour annonce une décroissance appréciable dans la proportion de la matière sucrée, et le suivant montre cette matière à son minimum. Eh bien! dans l'intervalle de temps écoulé entre les deux analyses, la vache a été soumise aux ardeurs du taureau, et l'on sait dans quelles conditions particulières elle doit se trouver pour subir son action!

Or, M. Charles Marchand a constaté que chez les femmes nourrices, la menstruation, quand elle s'accomplit, exerce une influence marquée sur la constitution du lait qui s'appauvrit à ce moment en lactine, pour reprendre sa richesse initiale, aussitôt que le phénomène périodique est accompli (1). La diminution de la lactine mise en évidence aux deux époques qui ont précédé et suivi l'accouplement est due probablement à

(1) *Du lait et de l'allaitement*, par Charles Marchand. J.-B. Baillière et fils. Paris. 1874.

une influence de même nature que celle qui a été signalée par M. Charles Marchand.

COMPOSITION PAR KILOGRAMME, ET PENDANT TOUTE LA DURÉE DE LA LACTATION DU LAIT DONNÉ PAR LA VACHE NORMANDE AGÉE DE 8 ANS.

Age du lait en jours.	Densité à + 15°	Beurre.	Lactine.	Caséum.	Albumine.	Sels.	Eau.	Matières protéiques en masse.	Nourriture.
1re traite.	1063.6	27.50	22.23	48.53	64.37	10.60	826.77	112.90	
1	1038.2	42 42	42.10	17.21	26.68	9.62	861.97	43.89	
2	1036.3	33.10	48.79	17.34	14.78	8.42	877.57	32.12	
3	1034.5	56 64	49.64	21.69	11.19	8.38	852.46	32.88	
5	1031.9	66.19	51.37	20.55	8.03	7.50	846.36	28.58	
6	1033.8	48.72	51.80	20.53	7.59	7.62	863.74	28.12	
8	1033.1	52.08	52.91	20.76	5.93	6.92	869.80	26.69	
9	1032.8	48.95	52.40	20.21	5.48	7.32	865.64	25.69	
10	1032.8	49.88	51.57	20.66	5.95	7.42	864.52	26.61	
15	1031.6	47.79	51.96	16.92	6.59	7.04	869.70	23.51	Vesces et colza.
22	1031.6	47.03	51.49	13.69	9.81	7.34	870.64	23.50	
28	1030.2	45 04	50.66	14.11	9.94	6.62	862 73	24.05	
36	1032.4	40.56	51.57	14.79	9.60	6.62	870.86	24.39	
42	1032.7	40.80	51.54	15.09	9.69	6.96	875.92	24.78	
53	1033.8	34.03	51.49	16.53	9.11	6.98	881.86	25.64	Vesces, colza et trèfle.
58	1033.3	41.49	52.60	15.71	9.61	6.84	873.75	25.32	
65	1034.2	41.74	51.99	20.44	9.30	7.38	859.15	20.74	
73	1035.	39.86	52.17	19.02	9.82	7.08	872.05	28.84	
81	1034.8	48.72	51.05	20.56	10.17	7.06	861.54	30.73	
86	1034.6	43.43	51.86	16.53	12.02	7.22	869.24	28.55	Vesces, colza et feuil. de betteraves.
96	1034.5	43.83	51.39	17.39	12.09	7.04	868.26	20.48	
102	1035.3	35·90	52.22	16.58	10.68	8.34	876.28	27.26	Herb., feuil. de better.
114	1036.	39.86	52.79	23.15	7.03	7.28	869.89	30.18	Trèfle sec, paille avec bett. et pain d'huile.
128	1035.6	41.74	53.72	25.68	5.41	7.36	856.09	31.09	
135	1036.2	38.70	53.39	18.72	11.19	7.12	870.88	29.91	Son, betteraves et pain d'huile.
144	1036.2	40.80	53.34	25.32	7.68	7.50	852.82	33 »	
149	1036.4	35.67	53.07	24.04	5.07	7.36	874.19	29.11	
156	1036.7	32.87	53.61	23.38	5 58	7.58	876.98	28.96	
169	1036.1	40.56	53.35	24 62	5.19	7.46	868.82	29.81	
175	1034.6	37.76	53.18	22.60	5.89	7.38	863.19	28 49	
182	1034.8	43.59	53.50	21.75	5.90	7.36	867.90	27.65	
197	1034.9	43.83	53.51	19.95	7.96	7.48	867 37	27.91	même régime avec trèfle sec en plus.
205	1035.5	42.42	53.47	22.06	6.65	7.58	867.82	28.71	
212	1035.6	42.19	53.47	22.40	6.33	7.76	867.88	28.73	
219	1031.	36.13	53.80	20.48	6.81	7.42	875.36	27.29	
226	1836.2	35.20	53.44	21.32	7.47	7.38	875.19	28.70	
233	1035.6	38.46	53.47	23.02	5.03	7.54	872.48	28.05	
248	1036.1	37.76	53.12	23.74	5.40	7.72	872.76	29.14	
254	1035.2	42.19	53.17	23.13	5.07	7.70	868.74	28.20	
262	1036.2	37.53	53.11	23.34	5.98	7.74	872.30	29.32	
268	1035.6	38.23	52.82	22.08	6.33	7.78	872.76	28.41	

La vache ayant été atteinte d'une maladie grave le 272e jour de son lait, l'on a cessé de la traire. Elle donnait encore à cette époque 9 litres de lait par jour. Depuis le 10e jour jusqu'à l'époque où l'on a cessé de la traire, elle avait donné 3,796 litres de lait. Son poids était de 505 kilog. et sa ration quotidienne fut évaluée pendant toute la durée de la lactation comme équivalant à une consommation de 20 kil. 5 de foin,

On remarquera dans les deux derniers tableaux qui précèdent plusieurs faits intéressants :

D'abord l'élévation de la richesse du lait en lactine lorsque les betteraves interviennent pour une large part dans la ration alimentaire. C'est la confirmation d'une opinion admise.

Ensuite les très-faibles oscillations qui se produisent dans le lait d'une même vache quant à la proportion des matières protéïques. Cependant, leur composition relative se modifie sous l'influence des aliments consommés, surtout lorsque l'on en change la nature : la proportion du caséum diminue tandis que celle de l'albumine augmente, ou inversement, lorsque le régime reprend sa fixité. Ces faits se sont présentés d'une façon constante dans toutes les études fort nombreuses auxquelles je me suis livré, et j'ai pu constater en outre que sous l'influence des feuilles de betteraves, comme lorsque l'on nourrit les vaches dans des pâturages où les jeunes plans de crucifères (colza, rabette, moutarde) entrent pour une large part, le lait devient riche en albumine et pauvre en caséum. C'est là une particularité d'une gravité incontestable quand elle se présente dans les fermes où on se livre à la fabrication des fromages. Il y a donc lieu d'en tenir grand compte.

C'est à cause des variations qui se manifestent ainsi dans les quantités relatives des deux sortes de matière protéique que le lait contient toujours, lorsque les habitudes dans le régime et le mode d'entretien des animaux qui le donnent, subissent de sérieuses modifications, que je n'ai pas cru devoir opérer séparément leur dosage, en accomplissant mon nouveau travail. J'aurais sans aucun doute rencontré des modifications analogues à celles qui viennent d'être indiquées, car les vaches réunies pour le concours étaient loin de se trouver placées dans les conditions normales de leur existence ; — et puisque j'avais la certitude, en opérant en bloc le dosage des matières en question, d'obtenir des renseignements précis sur leurs quantités normales, j'ai dû me borner à agir ainsi.

Conclusions

L'analyse des 62 échantillons de lait sécrété par des vaches appartenant à 18 races différentes réunies cette année à l'Exposition internationale de Paris, prouve, comme M. Poggiale le premier, et le Dr Rosenthal

après lui l'ont annoncé, et comme je l'ai toujours moi-même soutenu, que la proportion de la lactine contenue dans le lait de vache ne s'abaisse *jamais* au-dessous de 50 grammes par litre, quelle que soit la race productrice de ce lait, pourvu que celui-ci provienne d'un animal en santé, et qu'il soit examiné très-peu de temps après la traite, c'est-à-dire avant qu'il n'ait commencé à subir les effets de la fermentation lactique; la proportion maximum ne dépasse pas 58 grammes.

Ainsi disparaissent sous ce rapport toutes les anomalies, — ces écarts si extraordinaires que j'ai dû signaler aux congrès du Havre, de la Sorbonne et de l'École de pharmacie.

Mes analyses nouvelles, comme les anciennes, prouvent aussi que la matière protéïque n'atteint *jamais* non plus ces chiffres élevés que l'on trouve mentionnés dans un grand nombre de travaux publiés, même récemment, en France et à l'étranger. Les écarts *moyens* existants dans la quantité de ces matières dosées chez les diverses races paraissent osciller entre 19 et 28 grammes, mais les écarts extrêmes qui se déduisent de tous mes travaux varient, en nombres ronds, de 17 à 45 grammes. Un chiffre aussi élevé que le dernier se présente comme une exception, et j'ai sujet de croire que dans les races productrices de lait riche en éléments azotés, la proportion *moyenne* de ces éléments ne s'élève que rarement au-dessus de 30 grammes, si tant est qu'elle s'y élève.

Enfin, dans ce mémoire, j'ai fait voir l'importance du dosage de l'acide lactique libre contenu dans le lait; j'ai étudié le mode de développement de la fermentation qui lui donne naissance, et j'ai indiqué un moyen facile de déterminer sa proportion. Les chimistes dorénavant, ne devront donc plus négliger d'en déterminer la quantité.

Lorsqu'ils auront à étudier des laits plus ou moins aigris, il leur sera facile de déduire de l'acide lactique libre dont ils auront déterminé la quantité, la dose de lactine disparue par la fermentation, et de rétablir par conséquent au moyen du calcul, les conditions de la constitution normale du produit soumis à leur examen. Dans les cas de falsification du lait, ce sera un nouvel élément d'appréciation qu'ils auront à leur disposition et il augmentera la valeur de leur travail en mettant leurs conclusions à l'abri de ces discussions qui se produisent quelquefois devant les tribunaux, et contre les dangers desquelles ils ne sauraient trop se prémunir.

APPENDICE

COMPOSITION PAR LITRE DU LAIT FOURNI PAR LES VACHES DE DIFFÉRENTES RACES QUI ONT FIGURÉ AU CONCOURS D'ANIMAUX VIVANTS DE L'EXPOSITION INTERNATIONALE UNIVERSELLE TENUE A PARIS EN 1878.

RACES	Age de l'animal en mois	Numéro au catalogue officiel.	Beurre.	Acide lactique libre.	Lactine.	Matières protéiques en bloc.	Sels.	Eau.	TOTAL
d'Aubrac	29	1045	31.61	3.43	50.50	25.73	7.42	916.01	1034.1
	29 ½	1046	39.44	2.70	51.02	21.90	7.64	909.10	1031.8
d'Ayr	61	119	32.47	1.48	53.49	22.53	7.66	916.37	1033.1
	85	1444	39.79	1.21	52.63	25.44	7.59	906.84	1033.2
Comtoise	61	1287	34.31	2.47	51.28	26.24	7.99	910.91	1034.2
Durham	73	80	37.57	1.44	50.76	27.18	7.64	909.11	1033.4
	73	82	34.70	1.72	50.25	26.80	7.74	912.39	1033.6
	31	1378	25.23	1.66	52.63	24.96	7.78	922.74	1035.»
	35	1381	42.42	1.62	51.39	23.85	7.96	903.96	1031.2
	37	1389	37.62	1.56	52.36	25.57	7.93	908.56	1033.6
Femeline	27	790	35.60	2.05	51.16	24.83	8.28	910.98	1032.9
	36	805	41.46	1.44	52.30	26.65	8.30	903.79	1033.9
	47	843	31.76	2.04	52.63	26.98	8.13	913.96	1035.5
	52	845	37.08	2.66	50.76	29.00	8.06	907.24	1035.7
	62	820	34.44	1.98	52.91	26.40	8.03	911.04	1034.8
Flamande	[illegible]	606	35.44	[illegible]	51 28	25.07	8.46	912.52	1032.8
	63	612	34.06	1.80	51.81	22.02	8.05	913.86	1033.2
	65	613	26.92	2.32	50.50	20.87	7 98	923.11	1031.7
	74	618	34.83	2 »	50.25	23.81	8.02	912.49	1033.4
	85	620	38.86	1.57	52.08	24.43	7.45	908.21	1032 6
Friboureoise	67	266	34.93	1.86	52.36	24.83	8.08	911.74	1033.8
	67	267	39.22	1.55	52.91	23.30	8.01	906.61	1033.6
Hollandaise	37	181	40.22	2.23	51.02	21.67	7.40	908.66	1031.2
	37	183	43.70	2.06	51.28	22.60	8.32	902.14	1032.1
	54	195	46.33	2.14	50.76	23.81	7.72	901.09	1031.9
	64	208	32.91	2.34	50.25	20.97	7.82	917.11	1031.4
	85	217	31 73	2.42	50.22	21.63	7.95	917.95	1031.9
de Kerry	59	161	38.22	2.37	50.25	23.94	7.93	908.49	1032.2
	63	162	35.14	1.92	52.08	24.36	7.76	912.44	1033.7
Limousine	43	904	31.61	3.13	30.50	27.34	7.12	915.20	1034.9
du Mézenc	63	926	48.06	2.49	50.76	28.11	7.96	896.22	1033.6
	61	1086	46 »	0.86	52.08	27 56	8.13	898.67	1033.3
	61	1087	35.55	1.52	50.50	23.72	8.34	912.97	1032.6
Normande	32	467	33.74	1.65	51.54	25.33	8.04	913 50	1033.8
	35	475	40.79	1.87	51.02	24.56	7.72	906.34	1032.3
	35	476	42.53	1.96	50.50	26.27	8.49	903.85	1033.3
	49	496	36.84	2.40	50.50	28.40	8.31	908.45	1034.9
	61	509	35.29	2.44	50.76	26 24	8.04	910.33	1033.1

COMPOSITION DU LAIT FOURNI PAR DES VACHES DE DIFFÉRENTES RACES *(Suite)*

RACES.	Age de la vache en mois.	N° d'inscrip. au catalogue officiel.	Beurre.	Acide lactique libre.	Lactine.	Matières protéiques.	Sels.	Eau.	Total.
Parthenaise. . .	115	537	44.48	1.24	52.08	30.06	8.09	899.15	1035.1
	31	1125	46.05	2.65	51.02	22.19	8 »	901.51	1031.4
	49	1131	45.68	1.99	52.63	24.22	7.99	899.99	1032.5
	49	1132	39.80	2.60	52.36	24.52	8 26	906.26	1033 8
	40	1133	33.06	1.51	52.50	26.02	8.01	913.40	1034.5
	61	1137	41.49	2 40	50.25	28.62	8.30	903.14	1034.2
Des Polders. . .	61	237	44.20	0.82	53.47	23.84	8 »	902.23	1032.4
De Salers. . . .	30	975	47.70	2.09	52.91	25.48	7.74	897.48	1033.4
	38	989	41.62	1.69	53.19	21.23	8.13	906.44	1032.3
	50	998	41.38	2 »	53.94	26.08	8 »	902 »	1034.4
	60	909	39.29	1.32	53.47	27.67	7.80	905.55	1035.1
	69	1002	46.20	2.33	52.08	28.03	8.30	897.50	1034.5
De Schwitz. . .	37	279	41.58	2.69	53.08	25.75	7.24	903.46	1033.8
	42	231	41.44	1.11	51.94	26.69	8.24	902.78	1035.2
	43	282	34.16	1.08	54.94	20.62	7.97	914.43	1033.2
	49	291	40.09	1.01	53.39	25.16	8.70	905.85	1034.2
	40	293	31.79	1.49	54 64	21.98	8.12	915.78	1033.5
Suédoise. . . .	61	241	30.31	1.08	54.37	19.62	7.81	919.71	1032 »
	61	242	37.24	1.23	52.63	18.84	7.94	912.92	1030.8
	64	243	35.07	1.40	53.19	20 »	7.77	913.97	1031.4
	88	250	41.80	1.11	53.76	17.49	7.94	908.50	1030.6
Tarentaise. . .	32	1176	44.50	2.46	50.50	25.18	7.91	902.05	1032.6
	75	1193	36.79	2.42	51.02	25.41	7.43	910.43	1033.5
	89	1198	41.66	1.67	51.81	27.48	7.98	903.50	1034.1

M. Adolphe CARNOT

Ingénieur des mines, Professeur à l'École des mines et à l'Institut agronomique.

MÉTHODE VOLUMÉTRIQUE DE DOSAGE DE LA POTASSE.

(EXTRAIT)

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. Carnot donne quelques explications sur la méthode de dosage de la potasse par liqueurs titrées, qu'il a récemment fait connaître (1). Cette méthode est une transformation de la méthode par pesées que l'auteur a

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1er semestre 1878, page 478.

exposée dans une précédente session de l'Association française (1), et qui repose sur la précipitation par l'alcool concentré de l'hyposulfite double de potassium et de bismuth.

L'alcali, une fois isolé sous cette forme, au lieu de diriger les opérations de manière à peser le sulfate de potasse ou le sulfure de bismuth, on détermine la proportion d'hyposulfite au moyen d'une liqueur titrée d'iode en présence d'empois d'amidon.

On sait, par les travaux de MM. Fordos et Gélis, que l'iode transforme les hyposulfites alcalins dissous en tétrathionates, en passant lui-même à l'état d'iodure alcalin :

$$2\,(NaO.S^2O^2) + I = NaI + NaO.S^4O^5.$$

L'amidon n'est coloré d'une façon persistante dans la liqueur que quand la transformation est complétement achevée.

Il en est de même avec l'hyposulfite double de potassium et de bismuth, pourvu que l'on ait acidifié la dissolution aqueuse par l'acide chlorhydrique, de manière à empêcher la formation d'un précipité rouge d'oxyiodure de bismuth. La solution jaunit peu à peu, tout en restant parfaitement limpide, quand on fait couler progressivement la liqueur titrée de la burette. Au moment précis où la transformation est opérée, une seule goutte d'iode fait apparaître une teinte persistante d'un vert très-sombre.

La lecture du volume employé de la liqueur titrée permet de connaître aussitôt la quantité d'iode et par suite la quantité de potasse; car la réaction se fait suivant la formule :

$$Bi^2O^3.3KO.6S^2O^2 + 3I = 3\,(KO.S^4O^5) + Bi^2I^3.$$

L'iode et la potasse y entrent pour un égal nombre d'équivalents, et par conséquent à 127 d'iode libre contenu dans la liqueur titrée correspondent exactement 47.11 de potasse.

Une heure suffit pour effectuer le dosage de la potasse dans un sel soluble plus ou moins complexe; encore est-il facile de conduire à la fois plusieurs opérations semblables.

L'auteur indique diverses applications de cette méthode, notamment pour l'examen des salpêtres, des chlorures et des sulfates du commerce, des engrais potassiques destinés à l'agriculture, des sols végétaux et enfin des silicates naturels.

(1) 5e session de l'Association française, Clermont-Ferrand, 1876, page 355.

M. CHANCEL

Doyen de la Faculté des sciences de Montpellier.

ACIDES NITROGÈNÉS DÉRIVÉS DES ACÉTONES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

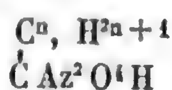
— *Séance du 28 août 1878.* —

M. Chancel rappelle que dans un précédent mémoire présenté à l'Académie des sciences dans la séance du 3 juin 1878, il a fait voir que l'acide nitrogéné obtenu par lui en 1844 par l'action de l'acide nitrique sur la butyrone, est identique avec le dinitropropane dont M. Ter Meer a fait la synthèse par la méthode de Victor Meyer.

M. Chancel montre que toutes les acétones provenant des acides normaux donnent des composés analogues contenant la caractéristique

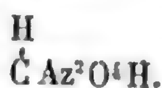
$$C\,Az^2O^4H$$

et représentés par la formule générale



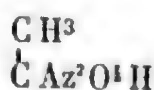
$$\begin{array}{l} C^n, H^{2n+1} \\ C\,Az^2O^4H \end{array}$$

L'acétone ordinaire fournit l'acide méthylineux.



$$\begin{array}{l} H \\ C\,Az^2O^4H. \end{array}$$

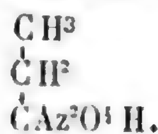
La popione donne :



$$\begin{array}{l} C\,H^3 \\ C\,Az^2O^4H \end{array}$$

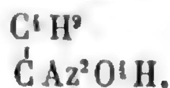
c'est-à-dire l'acide acétylnitreux, qui est identique avec le dinitroéthane de M. Ter Meer.

Avec la butyrone on obtient l'acide propylnitreux ou dinitropopane.



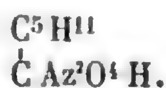
$$\begin{array}{l} C\,H^3 \\ C\,H^2 \\ C\,Az^2O^4H. \end{array}$$

La caprone, préparée par la distillation sèche du caproate de calcium (provenant de l'acide caproïque de fermentation), donne l'acide



$$\begin{array}{l} C^4H^9 \\ C\,Az^2O^4H. \end{array}$$

Le méthylœnantol donne l'acide



$$\begin{array}{l} C^5H^{11} \\ C\,Az^2O^4H. \end{array}$$

Cette méthode générale constitue un mode de préparation avantageux de ces corps dinitrés.

Tous les corps obtenus sont très-détonants par la percussion et par la cha-

leur. Les dérivés de la butyrone, de la caprone sont solides, jaunes, bien cristallisés.

M. Chancel, à l'aide de cette réaction, caractérise les acétones. Par la distillation du valérate de calcium, on obtient un produit répondant à la formule $C^5H^{10}O$. Ce corps peut être ou de la méthylpropylacétone, ou l'aldéhyde valérique ou de la propione. Traité par l'acide nitrique, il donne du dinitroéthane. Donc le valérate de calcium fournit de la propione sous l'influence de la chaleur.

M. E. GRIMAUX

Professeur de chimie générale à l'Institut national agronomique,
Répétiteur à l'École polytechnique.

SUR LA SYNTHÈSE DES DÉRIVÉS URIQUES DE LA SÉRIE DE L'ALLOXANE.

— *Séance du 28 août 1878.* —

L'auteur a obtenu la malonylurée en faisant réagir à 100° un mélange d'oxychlorure de phosphore, d'urée et d'acide malonique. Il a converti cette malonylurée synthétique en alloxantine, en uramile, en alloxane, en murexide, etc. (1).

M. E. DUVILLIER

Préparateur de chimie à la Faculté des sciences de Lille.

SUR QUELQUES DÉRIVÉS DE L'ACIDE ISOOXYVALÉRIQUE ET DE L'ACIDE OXYBUTYRIQUE NORMAL.

— *Séance du 28 août 1878.* —

ACIDE ISOOXYVALÉRIQUE

Pour obtenir l'acide isooxyvalérique, on suit généralement le procédé donné par Clark et Fittig (2). Ce procédé consiste à transformer en isooxyvalérate de chaux l'acide isooxyvalérique brut obtenu par l'action de l'oxyde d'argent sur l'acide bromoisovalérique; à séparer par plu-

(1) Le mémoire *in extenso* a paru dans les *Annales de chimie et de physique* de mai 1879.
(2) *Annalen der Chemie* CXXXIX, p. 199. — 1866.

sieurs traitements à l'alcool bouillant l'isooxyvalérate de calcium, insoluble dans l'alcool, de l'isooxyvalérate de calcium qu'il renferme toujours; à transformer l'isooxyvalérate de calcium en isooxyvalérate de zinc, à l'aide du chlorure de zinc; à décomposer par l'hydrogène sulfuré l'isooxyvalérate de zinc convenablement purifié par des lavages à l'eau; à évaporer la liqueur séparée du sulfure de zinc et à l'abandonner dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique pour obtenir l'acide isooxyvalérique cristallisé.

On peut obtenir beaucoup plus rapidement l'acide isooxyvalérique cristallisé en formant directement le sel de zinc de cet acide sans passer par le sel de chaux. Pour cela, à une solution aqueuse et chaude d'isooxyvalérate de potassium brut, obtenu par l'action de la potasse bouillante sur l'acide bromoisovalérique, après en avoir séparé par cristallisation la majeure partie du bromure de potassium et après avoir neutralisé exactement par l'acide sulfurique la potasse en excès, on ajoute un excès de sulfate de zinc ou mieux de chlorure de zinc neutre. Il se forme immédiatement un précipité d'isooxyvalérate de zinc granuleux, si les liqueurs ne sont pas trop concentrées. On obtient ainsi immédiatement la majeure partie de l'isooxyvalérate de zinc, car ce sel est peu soluble, même à chaud. L'isooxyvalérate de zinc est recueilli, pressé et lavé avec un peu d'eau; l'eau mère évaporée au bain-marie fournit une nouvelle quantité de sel. L'isooxyvalérate de zinc brut ainsi obtenu est épuisé par l'alcool bouillant dans lequel il est insoluble, pour le séparer de l'isovalérate de zinc, qui est très-soluble dans ce dissolvant. L'isooxyvalérate de zinc se purifie de cette manière avec la plus grande facilité. Pour en retirer l'acide isooxyvalérique, il suffit de traiter ce sel à une douce chaleur par une quantité convenable d'acide sulfurique étendu d'environ 10 fois son volume d'eau, puis après refroidissement, d'agiter la liqueur avec de l'éther qui enlève l'acide isooxyvalérique, de distiller l'éther et d'abandonner le résidu de cette distillation dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique pour obtenir l'acide isooxyvalérique pur et cristallisé.

Ainsi préparé, l'acide isooxyvalérique présentait tous les caractères de l'acide oxyvalérique décrit par Clark et Fittig, et l'analyse en a démontré la pureté.

Les nombres fournis par l'analyse de cet acide sont les suivants

0,401 gr. ont fourni 0,745 gr. CO^2 et 0,313 gr. H^2O, ce qui conduit à la composition suivante :

	Calculé	Trouvé
C^5	50,84	50,66
H^{10}	8,47	8.67
O^3	40,69	
	100,00	

Ce mode de préparation de l'acide isooxyvalérique a l'avantage d'être plus rapide que celui indiqué par Clark et Fittig en ce qu'il supprime la préparation du sel de chaux; en outre, la purification par l'alcool de l'isooxyvalérate de zinc est plus facile que celle de l'isooxyvalérate de chaux. Clark et Fittig avaient tenté la séparation des acides isooxyvalérique et valérique à l'aide des sels de zinc de ces acides, mais ils n'ont pu parvenir à effectuer cette séparation à cause de la faible solubilité dans l'eau de ces sels.

ISOOXYVALÉRATE D'ÉTHYLE

Pour obtenir l'isooxyvalérate d'éthyle on a employé le procédé donné par MM. Wurtz et Friedel pour préparer le lactate d'éthyle (1). A cet effet on a chauffé pendant 3 à 4 jours en tubes à une température comprise entre 150° et 160° de l'acide isooxyvalérique cristallisé dissous dans un peu plus de son poids d'alcool absolu. Après refroidissement le contenu des tubes fut additionné d'environ 4 à 5 fois son volume d'eau, ce qui ne produisit aucun trouble. La liqueur fut ensuite additionnée de cristaux de carbonate de soude cristallisé pour enlever l'acide isooxyvalérique qui n'avait pas réagi, la liqueur se troubla et une couche huileuse se rassembla à la partie supérieure du liquide. Cette couche augmenta par une agitation de la liqueur avec des cristaux de sulfate de soude, elle fut séparée, séchée sur carbonate de potasse et distillée La majeure partie distillait entre 175° et 185°.

A l'analyse, cet éther a donné les nombres suivants :

I. 0,3955 gr. ont fourni 0,832 gr. CO^2 et 0,355 gr. H^2O.
II. 0,2935 gr. » » 0,617 gr. » » 0,266 gr. »

Ces nombres conduisent à la composition de l'isooxyvalérate d'éthyle.

	Calculé	Trouvé I.	Trouvé II.
C^7	57,53	57,37	57,33
H^{14}	9,58	9,97	10,07
O^3	32,89		
	100,00		

L'isooxyvalérate d'éthyle est un liquide mobile plus léger que l'eau, assez soluble dans l'eau mais pas en toutes proportions; tandis qu'il est soluble en toutes proportions dans l'alcool et l'éther. Son odeur est désagréable. Il se combine avec le chlorure de calcium et par suite ne peut être séché sur ce sel. Il se comporte donc comme son homologue le lactate d'éthyle.

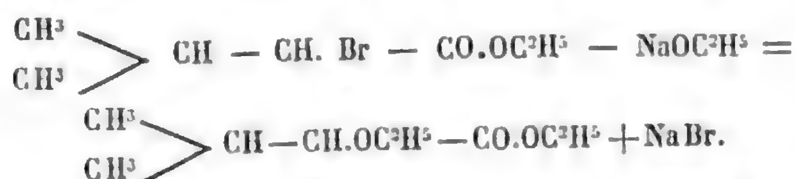
D'après ce que l'on a vu plus haut concernant les difficultés que l'on

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3me série, t. LXIII, p. 102. — 1861.

éprouve à obtenir ce corps à cause de sa très forte solubilité dans l'eau, surtout en présence de l'alcool, j'obtiens maintenant cet éther de la manière suivante : le produit de l'action en tubes de l'acide isooxyvalérique sur l'alcool est additionné d'une solution saturée et froide de carbonate de soude, jusqu'à réaction alcaline; puis de 5 à 6 fois son volume d'une solution saturée de sulfate de soude; cette manière l'isooxyvalérate d'éthyle s'obtient facilement.

ÉTHYLISOOXYVALÉRATE D'ÉTHYLE.

Pour obtenir cet éther, on traite l'éthylate de sodium par le bromoisovalérate d'éthyle, comme l'indique la formule suivante :



On introduit lentement l'éther bromoisovalérique dans l'éthylate de sodium dissous dans l'alcool, puis on chauffe pour terminer la réaction; lorsqu'elle est terminée, on distille l'alcool, et le résidu est repris par l'eau pour isoler l'éther formé; mais la réaction est loin d'être aussi simple que la formule semble l'indiquer, car, outre l'éthylisooxyvalérate d'éthyle, il se forme toujours une notable quantité d'isooxyvalérate d'éthyle dont on ne peut le séparer. L'éther obtenu distille entre 155° et 180° et même ce qui distille entre 170° et 180° renferme encore une très-forte proportion d'isovalérate d'éthyle, comme le montrent les analyses suivantes :

I.	0.426 gr.	ont fourni 0,9875 gr. CO^2	et 0,384 gr.	H^2O.
II.	0,3595 gr.	» 0,832 gr.	» 0,336 gr.	»
III.	0,3835 gr.	» 0,892 gr.	» 0,3425 gr.	»

Ces nombres conduisent pour cet éther à une composition comprise entre celle de l'éthylisooxyvalérate d'éthyle et l'isooxyvalérate d'éthyle.

	calculé. $C^5H^8(C^2H^5)^2O^3$	Trouvé. I.	II.	III.	Calculé. $C^5H^9(C^2H^5)O^2$
C	61.99	63.22	63.12	63.43	64.61
H	9.76	10.01	10.38	9.92	10.76
O	28.25				24.63
	100.00				100.00

Le produit obtenu est donc un mélange d'éthylisooxyvalérate d'éthyle et d'isovalérate d'éthyle.

La présence de l'isovalérate d'éthyle peut facilement être démontrée en saponifiant l'éther par la potasse, reprenant par l'eau, neutralisant exactement

la liqueur par l'acide sulfurique, ajoutant un excès de sulfate de zinc, évaporant à sec et reprenant par l'alcool bouillant. Par le refroidissement, la solution alcoolique laisse cristalliser du valérianate de zinc. En effet, à l'analyse, ce sel a donné 24.37 0/0 et 24.09 0/0 de zinc; le valérate de zinc en renferme 24.40 0/0. L'eau-mère alcoolique, après la séparation de la majeure partie de l'isovalérate de zinc, refuse de cristalliser; elle forme alors un sirop. Par l'évaporation à sec, elle forme une masse résineuse attirant l'humidité. Ce corps renferme 20.16 0/0 de zinc. L'isovalérate de zinc contenant 24.40 0/0 de zinc et l'éthylisooxyvalérate de zinc 18.33 0/0 de zinc, on voit que le sel résineux doit être formé d'éthylisooxyvalérate de zinc renfermant encore une notable proportion d'isovalérate de zinc, mais il m'a été impossible de purifier davantage ce produit. Je n'ai pas été plus heureux en essayant de séparer ces deux acides avec les sels de baryte, de cuivre et de plomb. Quoi qu'il en soit, je crois qu'on ne peut mettre en doute que dans l'action de l'éthylate de sodium sur l'éther bromoisovalérique, il se forme de l'éthylisooxyvalérate d'éthyle; mais cet éther ne peut être obtenu pur à cause de la formation simultanée d'une très-grande quantité d'isovalérate d'éthyle qu'on ne peut séparer. Il est remarquable de voir se comporter d'une manière très-différente le bromoisovalérate d'éthyle et le bromobutyrate d'éthyle, en réagissant sur l'éthylate de sodium; le bromobyturate d'éthyle donnant très-facilement naissance à de l'éthyloxybutyrate d'éthyle pur, comme je l'ai indiqué dans une précédente communication (1). Cette différence ne peut tenir qu'à ce que le bromobutyrate d'éthyle appartient à la série normale, tandis que le bromoisovalérate d'éthyle appartient à la série *iso*.

MÉTHYLISOOXYVALÉRATE DE MÉTHYLE.

Le méthylisooxyvalérate de méthyle s'obtient en traitant une solution de méthylate de sodium dans l'esprit de bois par le bromoisovalérate de méthyle, chassant l'esprit de bois par la distillation, reprenant par l'eau pour séparer l'éther formé, desséchant le produit et rectifiant. La majeure partie du produit distille entre 180° — 160°, mais sans présenter de point fixe. Je n'ai pas été plus heureux dans la préparation de cet éther que dans celle de l'éthylisooxyvalérate d'éthyle; il se forme également une notable proportion d'isovalérate de méthyle qu'il m'a été impossible de séparer.

L'analyse de cet éther offre une composition intermédiaire entre celle du méthylisooxyvalérate de méthyle et celle de l'isovalérate de méthyle.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 47. — 1878.

L'analyse a porté sur la portion qui avait distillé entre 155° et 160°.

I. 0,5295 gr. ont fourni 1,146 gr. CO^2 et 0,452 gr. H^2O.
II. 0,253 gr. » 0,550 gr. » » 0,225 gr. »

	Calculé $C^5H^8(CH^3)^2O^3$	Trouvé I	Trouvé II	Calculé $C^5H^8(CH^3)O^2$
C	57.53	59.02	59.34	62.07
H	9.59	9.48	9.83	10.35
O	32.88			27.58
	100.00			100.00

D'après ces résultats, on voit que l'action du méthylate de sodium sur le bromoisovalérate de méthyle ressemble en tous points à celle de l'éthylate de sodium sur le bromoisovalérate d'éthyle ; néanmoins, on ne peut mettre en doute la production de méthylisooxyvalérate de méthyle dans cette réaction.

Comme à ma connaissance le bromoisovalérate de méthyle n'a pas été décrit, je vais en donner les propriétés.

BROMOISOVALÉRATE DE MÉTHYLE.

Cet éther a été obtenu en faisant réagir à 100° en tubes l'esprit de bois et le produit brut de l'action du brôme sur l'acide valérique. La réaction terminée, on précipite par l'eau ; on lave l'éther avec une solution faible de potasse, on sèche et on rectifie. Il distille d'abord du bromure de méthyle, puis la température s'élève rapidement et on recueille ce qui distille entre 160° — 175° ; après plusieurs rectifications, on obtient un produit qui passe de 168° à 172°. Ce produit forme un liquide mobile dont la densité à 19° est 1,034 ; son odeur n'est pas désagréable ; il est insoluble dans l'eau, soluble en toutes proportions dans l'alcool, l'éther et l'esprit de bois. Par la distillation, il s'altère très-facilement. Sous une épaisseur de 20 centimètres, il n'a pas d'action sur la lumière polarisée et cependant l'acide valérianique, qui avait servi à préparer l'acide bromoisovalérique, avait une forte action sur la lumière polarisée ; il avait été préparé avec de l'alcool amylique ordinaire qui est, comme on on le sait, un mélange d'alcool amylique actif et d'alcool amylique inactif.

Soumis à l'analyse, cet éther a fourni les résultats suivants :

I. 0,637 gr. brûlés avec du chromate de plomb ont fourni 0,8665 gr. CO^2 et 0,334 gr. H^2O.

II. 0,816 gr. chauffés en tube avec de l'acide nitrique et du nitrate d'argent ont fourni 0,778 gr. de bromure d'argent.

III. 0,866 gr. traités de même ont fourni 0,824 gr. de bromure d'argent.

Ces nombres conduisent à la composition du bromoisovalérate de méthyle :

	Calculé	Trouvé I	Trouvé II	Trouvé III
C^6	36.92	37.09		
H^{11}	5.64	5.82		
Br	41.03		40.57	40.48
O^2	16.41			
	100.00			

ACIDES THIOISOOXYVALÉRIQUE ET THIODIISOOXYVALÉRIQUE.

On obtient un mélange de ces deux acides lorsqu'on traite une solution aqueuse concentrée de sulfhydrate de potassium par de l'acide bromoisovalérique ; on doit prendre deux molécules de sulfhydrate pour une d'acide bromoisovalérique. On ajoute par petites portions l'acide dans le sulfhydrate, il se produit un très-fort dégagement d'hydrogène sulfuré. Lorsque tout l'acide bromoisovalérique a été introduit, on porte la liqueur à l'ébullition, puis on évapore au bain-marie ; par le refroidissement il se fait une abondante cristallisation de bromure de potassium, on le sépare et on concentre de nouveau pour obtenir une nouvelle cristallisation de bromure. On sépare ainsi la majeure partie de ce sel. Il reste une liqueur sirupeuse que l'on traite par une quantité convenable d'acide sulfurique étendu, afin de mettre l'acide thioisooxyvalérique en liberté ; il se produit immédiatement une huile jaune. On agite la liqueur à plusieurs reprises avec de l'éther qui s'empare de l'acide mis en liberté. L'éther est distillé et le résidu chauffé pendant longtemps au bain-marie avec de l'eau pour chasser une petite quantité d'acide valérique ; finalement on décante l'eau qui surnage l'acide, on le dessèche d'abord au bain-marie, puis dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique. On obtient ainsi une masse brune incristallisable presque solide ayant une consistance qui rappelle celle de la térébenthine et ayant une odeur très désagréable. Cet acide est presque insoluble dans l'eau même chaude, mais il est très-soluble dans l'alcool et l'éther. Par une douce chaleur il se liquéfie facilement en passant insensiblement de l'état presque solide à l'état liquide : Il est plus lourd que l'eau.

Soumis à l'analyse il a donné les résultats suivants :

I. 0,6585 gr. chauffés en tube avec de l'acide nitrique ont fourni 1,006 gr. de sulfate de baryte.

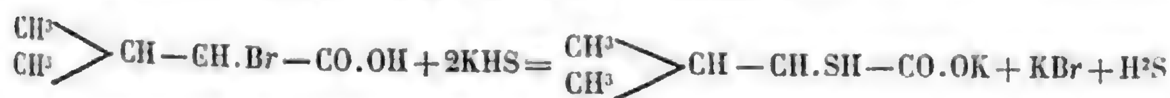
II. 0,443 gr. brûlés avec le chromate de plomb, fournirent 0,7545 gr. CO^2 et 0,3145 H^2O.

Ces nombres conduisent à une composition intermédiaire entre celle de l'acide thioisooxyvalérique et celle de l'acide thiodiisooxyvalérique, comme le montre le tableau suivant:

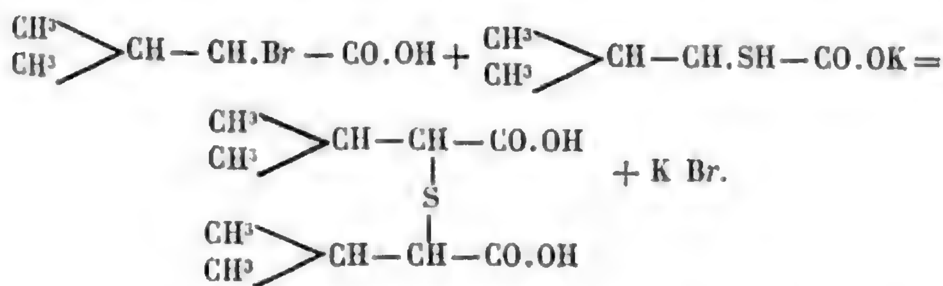
Calculé		Trouvé		Calculé
	$C^5H^{10}O^2S$	I	II	$C^{10}H^{18}O^4S$
C	44.78		46.45	51.28
H	7.42		7.88	7.69
S	23.88	20.98		13.67
O	23.88			27.36
	100.00			100.00

D'après ces résultats, on voit que l'acide thioisooxyvalérique doit dominer dans le mélange ; en effet, le produit obtenu contient environ 30 0/0 d'acide thiodiisooxyvalérique, car un mélange de 70 0/0 d'acide thioisooxyvalérique ($C^5H^{10}O^2S$) et de 30 0/0 d'acide thiodiisooxyvalérique ($C^{10}H^{18}O^4S$) doit contenir 20,82 0/0 de soufre et 46,72 0/0 de carbone, on a trouvé pour le produit obtenu 20,98 0/0 de soufre et 46,45 0/0 de carbone. Ces résultats s'accordent avec ce que Claesson a trouvé concernant l'acide thioglycolique (1) ; Claesson a montré que dans la préparation de l'acide thioglycolique il se formait toujours de 30 0/0 à 40 0/0 d'acide thiodiglycolique.

Les réactions qui donnent naissance aux deux acides thioisooxyvalérique et thiodiisooxyvalérique sont les suivantes :



et



L'acide bromoisovalérique, en réagissant sur le sulfhydrate de potassium, donne naissance à du bromure de potassium, de l'hydrogène sulfuré et du thioisooxyvalérate de potassium ; puis l'acide bromoisovalérique, en réagissant sur le thioisooxyvalérate de potassium déjà formé, donne de l'acide thiodiisooxyvalérique qui, en réagissant sur du sulfhydrate de potassium, se transforme en sel de potassium avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

Jusqu'à présent il m'a été impossible de séparer les acides thioisooxy-

(1) *Annalen der chemie*, t. CLXXXVII, p. 113 — 1877.

valérique et thiodiisooxyvalérique. J'indiquerai seulement que les sels alcalins de ces acides sont très-solubles dans l'eau et l'alcool ; que les sels des métaux alcalino-terreux sont moins solubles dans l'eau et l'alcool que ceux des métaux alcalins. Enfin, que les sels de plomb et d'argent de ces acides sont blancs, insolubles dans l'eau, l'alcool et les acides étendus.

ACIDES THIOOXYBUTYRIQUE ET THIODIOXYBUTYRIQUE.

On obtient ces acides en traitant le sulfhydrate de potassium par l'acide bromobutyrique normal ; on opère comme il a été dit plus haut pour les acides thioisooxyvalérique et thiodiisooxyvalérique.

On obtient un produit brun ayant la consistance de la mélasse une forte réaction acide, une odeur très-désagréable. Il est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther en toutes proportions.

Soumis à l'analyse, ce corps a donné les résultats suivants :

I. 0,357 gr. chauffés en tube avec de l'acide nitrique ont fourni 0,593 gr. de sulfate de baryte.

II. 0,415 gr. brûlés avec du chromate de plomb ont fourni 0,630 gr. CO^2 et 0,254 H^2O.

Ces nombres conduisent à une composition intermédiaire entre celle de l'acide thiooxybutyrique ($C^4 H^8 O^2 S$) et celle de l'acide thiodioxbutyque ($C^8 H^{14} O^4 S$) comme le montre le tableau suivant :

	Calculé	Trouvé		Calculé
	$C^4 H^8 O^2 S$	I	II	$C^8 H^{14} O^4 S$
C	40,00		41,40	46,60
H	6,66		6,80	6,80
S	26,67	22,86		15,53
O	26,67			31,07
	100,00			100,00

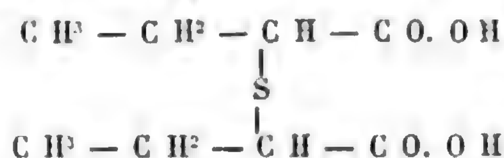
D'après ces résultats on voit que l'acide thiooxybutyrique doit dominer dans le mélange ; il y entre pour environ 70 0/0. En effet, un mélange de 70 0/0 d'acide thiooxybutyrique et de 30 0/0 d'acide thiodioxybutyrique doit renfermer 23,45 0/0 de soufre et 41,98 0/0 de carbone ; on a trouvé dans le produit obtenu 22,74 0/0 de soufre et 41,40 0/0 de carbone.

Quant aux réactions qui donnent naissance à ces acides, elles sont les mêmes que celles qui donnent naissance aux acides thioisooxyvalérique. Aussi je me bornerai à écrire les formules de ces corps.

L'acide thiooxybutyrique a pour formule :

$$CH^3 - CH^2 - CH.SH - CO.OH$$

et l'acide thiodioxybutyrique a pour formule :



De même que pour les acides thioisooxyvalérique et thiodiisooxyvalérique il m'a été impossible d'effectuer la séparation des acides thiooxybutyrique et thiodiooxybutyrique. Je me borne donc à signaler que les sels alcalins de ces acides sont très-solubles dans l'eau et l'alcool ; que ceux des métaux alcalino terreux sont moins solubles dans l'eau et l'alcool que les précédents; enfin les sels de plomb et d'argent de ces acides sont blancs insolubles dans l'eau, l'alcool et les acides étendus.

ÉTHYLOXYBUTYRAMIDE

On obtient cette amide en chauffant à 100° de l'éthyloxybutyrate d'éthyle avec trois fois son volume d'une solution a'coolique concentrée d'ammoniaque. Après refroidissement le produit fut abandonné dans le vide au dessus de l'acide sulfurique, puis repris par l'eau pour le séparer de quelques gouttes huileuses et la solution aqueuse de nouveau évaporée dans le vide; il se déposa des lamelles cristallines transparentes ayant plusieurs millimètres de côté. Ces lamelles, par une nouvelle cristallisation dans les mêmes conditions, furent séparées de quelques petits grains mamelonnés qui s'étaient formés en même temps que les lamelles dans la première cristallisation. Ce corps se trouvait en trop faible quantité pour pouvoir être examiné.

Après dessication dans le vide, les lamelles fournirent à l'analyse les nombres suivants :

I. 0,281 gr. fournirent 0,561 gr. $C\,O^2$ et 0,265 $H^2\,O$

II. 0,308 gr. fournirent 30^{cc} d'azote à 22° et sous la pression de 659^{mm}.

Ces nombres conduisent à la composition de l'éthyloxybutyramide.

Calculé		Trouvé	
		I	II
C^6	54,96		
H^{13}	9,92	54,44	
Az	10,69	10,47	
O^2	24,43		11,00

L'éthyloxybutyramide a pour formule :

Cette amide est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther comme ses homologues l'éthylglycolamide et l'éthyllactamide. L'éthyloxybutyramide ne peut être séchée que dans le vide, car, chauffée dans une étuve à 100°,

elle se volatilise complétement en répandant d'épaisses vapeurs. Lorsqu'on la chauffe elle fond entre 68° et 69° en donnant un liquide incolore qui se solidifie par le refroidissement en une masse blanche cristalline; chauffée plus fortement dans un tube elle entre en ébullition et se sublime en s'altérant partiellement en développant une odeur forte. Enfin, chauffée avec de la potasse, elle dégage de l'ammoniaque.

M. GUNNING

Professeur de chimie à l'Université d'Amsterdam.

SUR LA LEVURE DE BIÈRE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. Gunning fait la communication suivante :

La levûre de bière, délayée dans la glycérine, cède à celle-ci presque un tiers de ses matières solides. Elle perd en même temps, non-seulement la faculté d'intervertir la saccharose, mais aussi celle de décomposer la glucose en alcool et acide carbonique. C'est précisément le même changement que subit la levure lorsqu'on la soumet à la fermentation avec un grand excès de saccharose.

La levûre, sous cette forme inactive, n'est cependant pas morte; non-seulement son protoplasma se comporte envers certaines matières colorantes comme du protoplasma vivant, c'est-à-dire qu'il n'absorbe pas la matière colorante, mais ce qui est plus démonstratif et plus concluant, la levûre inactive reprend son activité, lorsqu'elle est mise en contact avec une petite quantité des matières que la glycérine lui a enlevées.

M. Gunning, prenant la levûre comme le type des êtres microscopiques qui peuvent provoquer des fermentations, croit donc que ces êtres peuvent exister dans un état particulier inactif, d'où ils ne sortent que sous l'influence de matières semblables à celles que la glycérine enlève à la levûre.

Les ferments organisés perdraient d'une façon générale leur activité : 1° par l'action de certains dissolvants; 2° par l'épuisement de leur propre action vitale sur les matières fermentescibles, 3° par l'oxygène libre en excès.

Evidemment, ajoute M, Gunning, les poussières atmosphériques doivent ordinairement contenir les bactéries de la putréfaction dans cet état inactif. Les matières en putréfaction, en se disséminant dans l'atmosphère à l'état de gouttelettes et en se desséchant au contact d'un excès d'oxygène, font passer les bactéries qu'elles contiennent dans un état tel, qu'elles ne provoquent pas

la putréfaction dans les solutions où elles tombent, si celles-ci ne contiennent pas des matières semblables à celles que la glycérine enlève à la levûre. C'est pourquoi la poussière atmosphérique provoque facilement la putréfaction dans les décoctions végétales ou animales, mais laisse stériles les solutions nutritives artificielles.

Cette manière de voir, dit M. Gunning, est vérifiée par le fait que la levûre dont il a été question plus haut ne se multiplie pas dans les solutions nutritives artificielles et ne fait pas fermenter le sucre qu'elles contiennent, à moins qu'on ajoute une trace de la matière enlevée par la glycérine.

MM. FRANCHIMONT et WIGMAN

SUR LA BÉTULINE.

— Séance du 28 août 1878. —

La communication, que je vais avoir l'honneur de faire à la Section, comprend un travail que j'ai fait entreprendre par un de mes élèves, M. Wigman. Ce n'est pas pour l'importance des résultats obtenus que je veux vous en donner un petit exposé, mais afin d'avoir l'occasion d'y rattacher des considérations sur la structure chimique des carbures dits *terpenes* et sur la place qui leur convient dans le système chimique.

M. Wigman s'est procuré la bétuline en épuisant l'épiderme du bouleau blanc avec de l'alcool bouillant. Après la distillation de la solution alcoolique, il a traité le résidu avec une solution de soude caustique et cristallisé le corps de la benzine ou du pétrole. Enfin, il le recristallisait à plusieurs reprises de l'alcool en y ajoutant du noir animal pour la décoloration complète. La bétuline cristallisait alors en aiguilles parfaitement blanches ayant pour point de fusion 251°. M. Hausmann avait attribué à la bétuline la formule $C_{36} H_{60} O_3$ comme résultat de ses analyses et parce qu'il en avait obtenu un diacétate, tandis que peu de temps après, M. Wileschinsky lui donna la formule $C_{20} H_{34} O$. La première chose était donc de savoir quelle est la formule empirique vraie. Il résulte de neuf analyses de M. Wigman, qui en a préparé aussi le diacétate dont il a recouvré la bétuline en saponifiant avec de la potasse alcoolique, que la formule de M. Hausmann est la vraie.

Comme l'existence du diacétate démontre la fonction d'alcool pour

la bétuline, il a voulu en obtenir un hydrocarbure par déshydratation. Après quelques expériences préliminaires, il s'est décidé pour l'emploi du pentasulfure de phosphore. Il chauffait les deux corps pulvérisés et intimement mélangés dans une cornue par laquelle passait un courant de gaz carbonique à cause du dégagement de l'hydrogène phosphoré. Après douze heures, la réaction était terminée et le liquide distillé jusqu'à ce que le thermomètre marquât 300° Il obtint ainsi environ 20 °/₀ de la bétuline employée. Cette matière brute fut lavée à la potasse caustique et distillée avec de la vapeur d'eau, afin de retenir les parties bouillant très haut. Après cette première purification, l'huile était séchée d'abord par du chlorure de calcium fondu et ensuite par du sodium et soumis à la distillation fractionnée. Après trente distillations les parties passant entre 240° et 260° étaient devenues les plus grandes et entre elles celle qui passait de 250°—255° contenait environ un dixième de la quantité totale. Elle fut analysée et donna des chiffres C 88,63 H 11,73 et C 88,75 H 11,12 concordant assez bien avec la formule $C_{12} H_{18}$ qui demande C 88,88 H 11,12, quoique les formules $C_{11} H_{16}$ avec C 89,1 H 10,9 et $C_{13} H_{20}$ avec C 88,65 H 11,35 ne soient pas exclues.

La densité de vapeur déterminée selon la méthode de Victor Meyer donnait de 170—175, tandis que $C_{12} H_{18}$ demande 162 et $C_{13} H_{20}$ 176, donc elle n'est pas décisive; ou le corps est impur ou il se polymérise partiellement. Mais en tout cas, il en résulte que dans le traitement de la bétuline avec le pentasulfure de phosphore une partie se scinde et donne lieu à la formation de carbures contenant beaucoup moins de carbone.

M. Wigman s'est donné beaucoup de peine pour établir à quelle classe d'hydrocarbures appartenait le corps qu'il avait obtenu. D'abord nous pensions à un amyltoluène. Quand on lit ce qui est publié sur ce corps, on comprend très-bien qu'il n'est pas sans difficulté de rechercher si notre corps était un amyltoluène. Il semble que cette substance a des propriétés moins nettes que les carbures aromatiques plus simples; par exemple le dérivé nitré est décrit comme un liquide glutineux qui ne pouvait être distillé sans décomposition, etc.

En ajoutant lentement l'hydrocarbure de la bétuline à de l'acide azotique fumant et refroidi M. Wigman obtint, en précipitant après par l'eau, un liquide très épais, soluble dans l'alcool et l'acide acétique, ne cristallisant pas et se décomposant quand il le chauffait en donnant de l'acide cyanhydrique. Il le distillait avec de la vapeur d'eau et dosait, après l'avoir séché, l'azote. Le corps n'en contenait que 3, 5 °/₀. Il obtint le même résultat en dissolvant le carbure dans l'acide acétique et en ajoutant l'acide azotique à cette solution refroidie. Il ne se

dégageait pas de vapeurs nitreuses, pas même quand il chauffait après; en précipitant par l'eau il obtint le même corps. Le résultat était un peu meilleur quand il chauffait longtemps à 70° l'hydrocarbure avec de l'acide azotique du p. s. 1.2 dilué avec un double volume d'eau. Le carbure nageant d'abord sur l'acide devenait de plus en plus dense et finissait par tomber au fond du vase. Après avoir chauffé encore quelque temps, il distillait avec la vapeur d'eau, et après l'avoir séché il dosait l'azote qui s'y trouvait 5,008 %.

Il a ensuite tâché d'oxyder l'hydrocarbure par l'acide azotique dilué, par un mélange d'acide sulfurique et de bichromate de potassium et par le permanganate de potassium. Mais dans tous les cas il n'a obtenu que de très-petites quantités d'acides difficilement solubles. Il se formait toujours beaucoup d'acide acétique et quelquefois (avec l'acide azotique dilué surtout) d'autres acides de la série grasse, reconnaissables à leur odeur. Mais, excepté pour l'acide acétique, les quantités étaient si petites qu'il n'a pas réussi à obtenir ces acides dans un état suffisant pour l'analyse.

En chauffant l'hydrocarbure avec de l'acide sulfurique fumant, il prenait une couleur noire et dégageait de l'acide sulfureux. Après avoir dilué avec de l'eau et saturé avec du carbonate de baryum, il n'a obtenu que des traces d'un sel d'acide sulfoconjugué. L'acide sulfurique ordinaire ne dissout pas tout à fait le carbure; en laissant le carbure longtemps en contact avec de l'acide sulfurique de concentration diverse il ne s'hydratait pas, comme font quelques carbures de la série éthylénique et ne donnait pas d'acide sulfoconjugué.

M. Wigman a aussi essayé l'action du brome. Il dissolvait l'hydrocarbure dans le sulfure de carbone et y ajoutait lentement une dissolution de brome dans le même véhicule. Comme il se dégageait de la chaleur il a refroidi. D'abord le brome était absorbé, mais quelques instants plus tard des torrents de gaz bromhydrique se dégageaient. Il n'a pas pu obtenir des corps aptes à l'analyse.

Les relations mentionnées faisaient croire que le carbure n'appartenait pas à la série aromatique, ni à la série de l'éthylène, mais elles rappelaient la conduite des terpènes. M. Wigman a donc essayé d'obtenir une combinaison avec l'acide chlorhydrique. A cet effet, il a employé diverses méthodes, par exemple, il a fait passer un courant de gaz chlorhydrique sec dans une solution éthérée qu'il refroidissait parce qu'il se dégageait de la chaleur. Il a saturé l'hydrocarbure lui-même avec l'acide chlorhydrique sec en refroidissant d'abord; plus tard, il a chauffé cette solution; mais, dans tous les cas, les corps obtenus ne contenaient pas plus de 2,7 à 3,1 % de chlore.

Enfin, une dernière expérience avait pour but d'essayer la transfor-

mation du carbure dans un carbure aromatique au moyen de l'iode (la manière dont Kekulé a transformé la térébenthine en cymène); mais le carbure n'était presque pas attaqué par l'iode, pas même en chauffant longtemps.

L'hydrocarbure de la bétuline me rappelle des carbures que j'ai obtenus, il y a deux ou trois ans, de la cholestérine, de l'acide cholique et de l'acide lithofellinique, dont je n'ai pas continué l'étude parce que je m'étais aperçu qu'on travaillait aussi ailleurs sur ces corps, et sur lesquels je n'ai rien publié jusqu'ici. Je n'hésite pas à ranger tous ces corps dans la classe des terpènes si du moins on donne quelque extension à cette classe et qu'on n'y comprend pas seulement les corps de la formule $C_{10}H_{16}$.

Permettez-moi de vous entretenir encore quelques instants des idées que je me suis formé sur ces corps depuis longtemps. Quand j'ai tardé jusqu'ici à les publier, c'est que j'espérais pouvoir fournir quelques preuves expérimentales, qui leur pourraient servir de base, mais comme M. Tilden a publié, il y a quelques semaines, des vues qui s'y rapprochent beaucoup, je crois qu'il n'est pas sans intérêt de fixer de nouveau l'attention sur ces corps et c'est seulement dans ce but que je veux en dire quelques mots. Quoique mes idées aient subi quelques changements par les faits qu'on a trouvés de temps en temps, l'idée fondamentale est restée, c'est-à-dire : les terpènes ne possèdent pas une chaine fermée d'atomes de carbone comme la benzine et ses dérivés, mais une chaine ouverte ayant cependant une grande tendance à se transformer en des corps aromatiques plus stables sous l'influence de corps déshydrogénants.

Si l'on considère les classes d'hydrocarbures connues jusqu'aujourd'hui, on en a : 1° avec une liaison double entre deux atomes de carbone consécutifs p. ex. l'éthylène et ses homologues ; 2° avec deux liaisons doubles, p. ex. l'isallylène, le crotonylène, le diallyle, etc.; 3° avec une liaiso[n] triple p. ex. l'acétylène et ses homologues; 4° avec une liaison double e[t] une liaison triple, très-probablement le valylène; 5° avec deux liai[-] sons triples p. ex. le dipropargyle (1); mais on n'en connaît pas jusqu'ici ave[c] certitude, qui contiennent trois liaisons doubles dans une chaine ouverte tandis que ces trois liaisons doubles dans la chaîne fermée donnent de[s] corps éminemment stables (la benzine et ses dérivés). Il y a donc i[ci] une lacune, qui serait, à mon avis, très-bien remplie par les terpènes c'est-à-dire quand on donne le nom de terpènes, non-seulement au[x] corps $C_{10}H_{16}$, mais à tous ceux qui possèdent un ensemble de pr[o-] priétés qu'on retrouve chez les terpènes, et qu'on attendrait chez d[es] corps qui trouveraient ici leur place. Le premier terme de cette sér[ie]

(1) Selon la place que ces liaisons doubles ou triples occupent dans la molécule, on a d[es] isomères, mais nous n'avons pas à nous en occuper ici.

serait donc $CH_2 = CH - CH = CH - CH = CH_2$ (ou $CH_2 = C = C = CH_2$) et les terpènes connues ne seraient que des dérivés de cet hydrocarbure formé par la substitution d'atomes d'hydrogène, par des résidus de carbures de la série des paraffines.

Quand on se représente quelles seraient, selon l'analogie, les propriétés de tels corps, on comprendra aisément qu'il y en aura parmi eux qui auront une grande tendance à se transformer en corps aromatiques par la perte de deux atomes d'hydrogène. Comme ils renferment des résidus de l'éthylène, on aura l'espoir de retrouver chez eux les propriétés de cette série, quoique modifiées un peu, à savoir le pouvoir d'addition et de polymérisation si caractéristiques pour les homologues de l'éthylène. Quand on compare les propriétés des corps aromatiques avec celles des terpènes, on ne retrouve chez les derniers presque aucune des propriétés des premiers; ni la réaction avec l'acide azotique, ni celle avec l'acide sulfurique, ni celle des halogènes. Au contraire, on trouve le pouvoir d'addition et de polymérisation qu'ont les corps de la série de l'éthylène, mais que les corps aromatiques ne possèdent presque pas ou pas du tout. Du reste, les produits d'addition d'hydrogène aux corps aromatiques comme les acides hydrophtaliques, chiniques, etc., ont des propriétés qui ne ressemblent en rien à celles des terpènes. M. Kekulé y a subvenu par une hypothèse selon laquelle les liaisons doubles seraient réparties dans la chaîne formée de six atomes de carbone des terpènes d'une autre manière que dans celle de la benzine. Sans doute avec l'aide de cette formule on rend compte de beaucoup de réactions des terpènes, mais entre autres elle ne fait pas entrevoir une grande quantité d'isomères et ne montre pas la relation avec des produits d'oxydation comme l'acide térébique. Il me semble qu'en considérant les terpènes comme dérivés de l'hydrocarbure $CH_2 = CH - CH = CH - CH = CH_2$ on pourra plus aisément entrevoir une grande quantité d'isomères et en outre cette formule indique mieux le rapport avec l'acide térébique, tandis qu'elle rend compte du pouvoir d'addition et de polymérisation, sans introduire de nouvelles hypothèses, et explique les différentes combinaisons que ces corps produisent d'une manière également simple. La grande tendance à se transformer en corps aromatiques sous l'influence de moyens déshydrogénants comme la chaleur, l'oxygène et les moyens oxydants, les halogènes, etc., ne peut pas étonner, vu la grande stabilité de la benzine et de ses dérivés, et la tendance qu'on remarque partout dans les combinaisons chimiques à prendre la forme la plus stable dans les circonstances où elles se trouvent. Cependant il y a une objection grave contre les formules à chaîne ouverte, c'est que jusqu'ici on ne connait pas des produits d'addition des terpènes, dans lesquelles six atomes monovalents sont ajoutés, tandis qu'on les attendrait selon la

formule. Celle à chaine fermée n'en fait entrevoir qu'avec deux ou quatre atomes, ce qui est conforme à l'expérience.

Il n'est cependant jamais démontré que ces combinaisons avec six atomes ajoutés ne peuvent pas exister et la formule montre une différence entre les liaisons doubles placées aux deux bouts de la chaine et celle placée au milieu. Mais notre connaissance n'est pas encore assez avancée pour juger cette question. Je tâcherai d'arriver au carbure primitif en partant du chlorure, qu'on obtient par l'action du pentachlorure de phosphore sur l'acroléine.

Je termine en ajoutant que M. Wigman a préparé aussi la *lactucone* ou *lactucérine*. M. de Vrij m'avait donné du lactucaire préparé par M. Aubergier, de Clermont-Ferrand, de la lactuca altissima, et c'est ce qui lui a servi de matière première. Il l'a épuisé avec de l'eau et de l'alcool faible, puis il l'a fait bouillir avec de l'alcool très-fort duquel se sépara la lactucone par refroidissement. Il l'a recristallise plusieurs fois de l'alcool et décoloré complétement par le noir animal. Le point de fusion fut trouvé à 296°. Quatre analyses concordant très-bien entre elles, ont conduit M. Wigman à lui attribuer la formule empirique $C_{14} H_{24} O$. La lactucone n'est pas attaquée par l'anhydride acétique pas même à 200°. En la chauffant avec le pentasulfure de phosphore, il a obtenu des carbures, qui traitées de la même manière que pour la bétuline, lui ont donné comme fraction principale un liquide bouillant entre 247° et 252°, qui a donné par l'analyse des chiffres correspondant à la formule $C_{14} H_{22}$. Malheureusement la quantité n'était pas assez grande pour faire beaucoup d'expériences. M. Wigman fait remarquer que la formule empirique de la lactucone qu'il a trouvée, semble homologue du camphre et de la zéorine.

MM. FRANCHIMONT et SICHERER

SUR LA MATIÈRE COLORANTE DU BOIS DE SANTAL ROUGE.

— Séance du 28 août 1878. —

Un de mes élèves, M. Sicherer, a travaillé avec la matière colorante du santal, et c'est ce travail qui fait l'objet de cette communication.

M. Sicherer a épuisé du bois de santal râpé avec de l'alcool bouillant; après avoir séparé par distillation la majeure partie de l'alcool, le reste

du liquide fut précipité par l'eau et bouilli plusieurs fois avec ce liquide. Puis, dissous dans l'alcool froid, il fut précipité par une solution alcoolique d'acétate de plomb et le précipité épuisé par l'alcool bouillant. La combinaison plombique suspendue dans l'alcool fut décomposée par l'acide sulfurique dilué. La solution alcoolique fut de nouveau précipitée par de l'eau et le précipité bouilli plusieurs fois avec de l'acide chlorhydrique dilué. Enfin, il fut dissous dans l'alcool bouillant auquel on ajoutait de l'eau tant que la liqueur restait encore limpide. Par le refroidissement, la matière colorante se sépara, mais malheureusement pas à l'état cristallisé. Il a essayé encore différents autres dissolvants, mais aucun ne lui a procuré la matière à l'état cristallisé. Le point de fusion était 104°-105°. Cette matière est très-soluble dans l'alcool, l'acide acétique, les alcalis caustiques et carbonatés et précipité de ces deux dernières solutions par les acides, excepté l'acide carbonique. Elle est difficilement soluble dans l'éther, insoluble dans le chloroforme et le sulfure de carbone. L'analyse élémentaire lui a fourni les nombres C 64,39, H 5,26 et C 64,53 H 5,11, concordant assez bien avec la formule C_{17}, H_{16} O_6, qui exige C 64,55 et H 5,18.

Le bois de caliatour, traité de la même manière, a fourni un produit identique, mais il en donnait une plus grande quantité ; l'analyse élémentaire a fourni les chiffres C 65,51, H 5,2.

Par la fusion avec la potasse caustique, la matière colorante donna de l'acide acétique, de la résorcine, et selon toute apparence de l'acide protocatéchique et de la pyrocatéchine.

En la chauffant dans des tubes scellés avec de l'acide chlorhydrique très-concentré, M. Sicherer a obtenu un gaz brûlant avec une flamme verte et ne contenant pas trace d'acide carbonique. En dirigeant ce gaz dans une solution alcoolique de sulfhydrate de potassium, il a obtenu un mercaptan avec lequel il a préparé le mercaptide dont il a dosé le mercure. Les chiffres obtenus, 67,67 et 67,56, démontrent clairement que le gaz avait été du chlorure de méthyle. Restait à savoir la quantité de chlorure de méthyle que pouvait donner un certain poids de la matière. C'est pourquoi il l'a recueilli et mesuré. De 2 grammes il a obtenu 136 cc, donc 15, 3 %; en supposant que la formule C_{17} H_{16} O_6 trouvée par M. Sicherer, exprime la composition de la matière colorante, la théorie exigerait 15, 9 % si elle perdait un groupe méthyle, ce qui est à peu près ce que M. Sicherer a obtenu.

Après le chauffage, l'acide chlorhydrique contenait en dissolution un corps blanc cristallisé, très-soluble dans l'eau et distillant avec la vapeur d'eau, d'une odeur rappelant un phénol et donnant avec une solution aqueuse de brome un précipité blanc composé de fines aiguilles présentant le point de fusion 81°. Il ne donnait pas de réaction colorée avec

le chlorure ferrique. La quantité obtenue était trop petite pour l'analyse.

La plus grande partie de la matière colorante est transformée par l'acide chlorhydrique en une matière résineuse partiellement soluble dans l'alcool bouillant, avec une autre couleur que la matière primitive, et laissant un résidu insoluble presque noir. L'analyse de la partie insoluble n'a pas donné des chiffres concordants, mais le produit soluble a fourni C 51,72 H 5,4 et C 51,6 H 5,39, correspondant à la formule $C_8 H_{10} O_5$, qui exige C 51,61 H 5,37. Il en résulte que l'action de l'acide chlorhydrique sur la matière colorante est de nature très-complexe.

M. Sicherer s'est assuré que la matière ne subit aucun changement en la chauffant avec de l'eau à 180° en tubes scellés.

Après ces méthodes d'hydratation, M. Sicherer a employé des méthodes d'oxydation. D'abord la matière colorante fut bouillie avec de l'acide azotique dilué avec deux fois son volume d'eau, jusqu'à ce qu'il fût entièrement dissous. Il se formait beaucoup d'acide oxalique et un corps jaune de saveur très-amère, donnant un sel de potassium très-peu soluble et explosif, probablement de l'acide picrique ou styphnique. Ensuite il a essayé le permanganate de potassium. La matière colorante fut dissoute dans la plus petite quantité possible de potasse caustique et légèrement chauffée, puis la solution de permanganate fut ajoutée jusqu'à ce que la liqueur ait une teinte jaune. En ajoutant de l'acide chlorhydrique et secouant avec de l'éther, il passait dans ce dernier un corps ayant l'odeur de la vanilline, qui se combinait avec le sulfite acide de sodium, et pouvait être mis en liberté de cette dernière solution. Mais la quantité obtenue de 100 gr. de matière colorante n'était pas suffisante pour une purification entière qui lui aurait permis de constater que c'était vraiment la vanilline. Les autres produits de cette oxydation étaient l'acide acétique et oxalique.

Parmi les moyens de réduction, M. Sicherer a fait un essai avec l'acide iodhydrique, parce que le zinc et l'étain avec l'acide chlorhydrique, la potasse caustique et la poudre de zinc ne lui donnaient pas de résultats. D'abord, l'acide iodhydrique eut le même effet que l'acide chlorhydrique, mais en chauffant plus haut jusqu'à 260° en y ajoutant du phosphore, il a réussi à obtenir après distillation avec la vapeur d'eau, quelques gouttes d'un corps huileux nageant sur l'eau ayant l'odeur et les propriétés, du moins autant qu'il a pu le constater, des carbures aromatiques. Le plus grand nombre des tubes a éclaté par la pression énorme qui y régnait.

Enfin, il a essayé d'obtenir un produit acétylé au moyen de l'anhydride acétique, en chauffant à 200° en tubes scellés. Il a obtenu un corps presque blanc, mais pas cristallisé, dont la solution alcoolique bouillante était incolore, mais se colorait instantanément en y ajoutant un

peu de potasse caustique. Il est donc bien probable qu'il avait entre les mains un dérivé acétylique.

La matière colorante se conduit donc avec les alcalis caustiques et carbonatés et avec l'anhydride acétique comme un phénol ; la production du chlorure de méthyle démontre qu'il est partiellement éthérifié et qu'il doit donc être un phénol polyatomique. La production de la vanilline et de l'acide protocatéchique fait présumer une relation intime du corps à cet acide. Il me semble probable qu'il faudra ranger cette matière colorante entre les produits de condensation des phénols polyatomiques, parmi lesquels on en connaît qui sont fortement colorés ; par exemple, le produit de l'acide chlorhydrique ou sulfurique avec la résorcine, le produit qui se forme de l'eugénol par l'acide chlorhydrique et qui donne aussi un peu de vanilline par l'oxydation avec le permanganate de potassium et autres.

M. de FORCRAND

Préparateur de chimie à la Faculté des sciences de Lyon.

ÉTUDE DES DÉRIVÉS DE L'OUTREMER.

(EXTRAIT.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

J'ai publié en collaboration avec M. Ballin un travail sur la production des outremers de différents métaux, qui a été présenté à l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Lyon (1). Depuis cette époque, j'ai continué ces expériences dans le but d'obtenir par des procédés semblables des outremers organiques, et notamment de l'outremer d'éthyle. A cet effet, j'ai chauffé 4 gr. d'outremer d'argent dans un tube scellé à 180° avec un excès d'éther iodhydrique; j'ai ouvert le tube au bout de 25 heures; puis, après lavage, j'ai réchauffé de la même manière pendant 15 heures ; puis, une troisième fois, pendant 10 heures; en tout 50 heures de chauffe. J'ai pu constater après 25 heures et après 40 heures la formation d'iodure d'argent ; après 50 heures, je n'en ai plus trouvé, et le produit de la réaction ne contenait plus d'argent, tandis que le radical organique s'était fixé sur les éléments de l'outremer. On obtient ainsi un corps gris jaunâtre qui donne par la chaleur un dégagement d'éther sulfhydrique ; il a d'ailleurs tous les caractères des outremers; de plus, chauffé avec le chlorure de sodium à sec, il reproduit l'outremer bleu.

Enfin, pour généraliser le mode de production que j'ai employé, j'ai essayé

(1) *Mém. de l'Ac. des sciences, belles lettres et arts de Lyon* (Classe des sciences, t. XXIII).

l'action du chlorure de mercure sur l'outremer de sodium en chauffant le mélange en vase clos à 180° et en présence de l'eau. La réaction a duré 16 heures; il s'est formé un corps gris clair qui présente tous les caractères des outremers chauffés à sec avec le chlorure de sodium, il reproduit aussi de l'outremer bleu de soude; chauffé de la même manière avec le chlorure de zinc, il donne de l'outremer de zinc violet identique avec celui qu'on obtient au moyen de l'outremer d'argent, et dont j'ai déjà signalé le mode de préparation.

M. le Comte de DOUHET

Sénateur.

SUR LES ENGRAIS.

— Séance du 28 août 1878. —

M. Félix MORGES

SUR LA CONSTITUTION DES SELS DOUBLES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 29 août 1878. —

M. Félix Morges fait une communication sur l'étude thermique de l'électrolyse des chlorures et des composés qu'ils peuvent former en se combinant entre eux. Les conclusions auxquelles il arrive à l'égard des chlorures alcalins sont : 1° que la chaleur empruntée à la pile n'est pas l'expression thermique de la formation de ces corps; 2° que la chaleur provenant de la réaction du potassium sur l'eau est d'ordre synélectrolytique, et qu'elle renforce la chaleur empruntée à la pile pour effectuer l'électrolyse; 3° que la chaleur de formation des chlorures alcalins est intermédiaire entre celle des hydrates et celle des sulfates à partir du métalloïde et du métal. Ces déterminations sont d'ailleurs concordantes avec les nombres de M. Thomson.

L'électrolyse des chlorures d'or et de platine conduit à des conclusions intéressantes à propos du mode d'action de l'électricité sur les sels qui contiennent plus de deux atomes. L'énoncé de Becquerel exprime seulement la relation arithmétique des quantités de matières qui se sont déposées définitivement aux pôles, tandis que l'auteur donne le procédé suivant lequel s'effectue la ségrégation; c'est ainsi que le chlorure d'or, au lieu de se décomposer en Cl et $\frac{1}{3}$ Au,

se scinde en Cl et et Cl^2Au et après trois vibrations, on a au pôle négatif 3 Cl^2Au qui, par leur réaction réciproque, fournissent

$$2\,(Cl^3Au) + Au.$$

Ainsi à ce moment de l'électrolyse, il y a 3 Cl au pôle positif et Au au pôle négatif, ce qui est conforme à la loi de Becquerel.

Enfin l'électrolyse des chloraurates et des chloroplatinates conduit M. Morges à envisager ces corps comme possédant la constitution des sels oxygénés, auxquels on accorde la dénomination de sels simples. La discussion des nombres trouvés ne permet pas d'admettre que les deux chlorures, qui ont servi à constituer le sel double, soient séparés dans la solution.

Il résulte de ce travail que les différences que l'on constate entre les sels doubles proprement dits et les sels oxygénés ne dépendent pas de la diversité de constitution de ces corps, mais de la différence de leur stabilité; tandis que les sels oxygénés font la double décomposition partielle avec l'eau, de manière à produire un acide et une base dans la solution, les sels doubles se scindent d'ordinaire dans les deux éléments à l'aide desquels on les a formés. Mais il existe entre ces deux types de corps toute une série de sels doubles qui permettent de suivre la transition des uns aux autres.

MM. Ph. de CLERMONT et J. FROMMEL

SUR LA DISSOCIATION DES SULFURES MÉTALLIQUES.

— *Séance du 29 août 1878.* —

Au congrès de 1877, MM. Ph. de Clermont et H. Guiot ont présenté un travail sur la décomposition des sulfures métalliques au contact de l'eau bouillante. Ces expériences ayant été continuées, on a reconnu que cette réaction avait tous les caractères d'une dissociation. On s'est assuré en second lieu que les sulfures, en subissant cette dissociation, se trouvaient à l'état d'hydrates de sulfures.

Voici, en quelques mots, comment on est arrivé à ces résultats.

Les premiers essais ont été faits avec le sulfure de manganèse. On en a pris dix fois le poids atomique en milligrammes, soit $0^{g},88$; cette quantité mise en suspension dans 500^{cc} d'eau, a été soumise à l'ébullition. Les produits de la distillation (eau et hydrogène sulfuré) ont été fractionnés par 100^{cc} et recueillis dans une solution titrée d'iode. En dosant de cette manière la quantité d'hydrogène sulfuré, on a obtenu des chiffres rendant compte d'une manière suffisamment précise de la marche de la réaction.

Des expériences faites avec le sulfure d'argent et celui d'arsenic dans les mêmes conditions ont donné des quantités très-différentes d'hydrogène sulfuré. Pour le sulfure de manganèse et celui d'argent encore davantage, le dégagement reste constant pendant un temps assez long, presque jusqu'au moment où tout le sulfure a été oxydé. Les quantités d'eau et de sulfure ayant été doublées et triplées, les unes par rapport aux autres, le dégagement d'hydrogène sulfuré n'a ni augmenté ni diminué. C'est là une première preuve de la dissociation. Le sulfure d'arsenic seul a fait exception. Voici comment on peut expliquer cette anomalie.

La tension de dissociation des sulfures d'argent et de manganèse étant relativement très-faible, une très-petite quantité de matière suffit pour maintenir la tension complète. Au contraire, la tension du sulfure d'arsenic étant très-considérable, les quantités qui ont été employées n'étaient pas suffisantes pour obtenir la tension complète. On a tenté, en augmentant progressivement les quantités de sulfure d'arsenic, d'arriver au point où le dégagement serait resté constant, mais on a été obligé de renoncer à ces expériences à cause des difficultés que présentent les essais numériques avec des masses aussi considérables de sulfure.

Les expériences précédentes ont toutes été faites à l'air libre, et l'hydrogène sulfuré était entraîné au fur et à mesure de sa formation; en vase clos, les choses se passent autrement. Le même sulfure d'arsenic, qui, chauffé en vase ouvert, donne lieu à un dégagement abondant d'hydrogène sulfuré, n'occasionne pas la plus petite augmentation de pression, quel que soit le temps que dure l'expérience, lorsqu'on le soumet en vase clos à l'ébullition avec de l'eau.

Ce fait, joint à celui de la constance du dégagement d'acide sulfhydrique, quelle que soit la quantité de matière employée, fait bien voir que c'est à une dissociation qu'on a affaire.

Les sulfures donnant donc lieu à un phénomène de dissociation, il n'est guère possible de penser que le sulfure réagisse sur l'eau dans laquelle il est en suspension; ce serait là une hypothèse en contradiction directe avec l'idée de dissociation. L'explication la plus simple et la plus plausible consiste à admettre la formation d'un hydrate qui se dissocie par la chaleur en hydrogène sulfuré et en oxyde métallique. Cette prévision a, du reste, été pleinement confirmée par l'expérience. On a constaté, en effet, que les sulfures, préalablement desséchés, se dissociaient beaucoup plus lentement que les sulfures restés humides, et que ces sulfures desséchés reprenaient les propriétés premières par un contact prolongé avec l'eau. En résumé, on a établi dans ce travail que les hydrates de sulfures se dissocient par la chaleur, plus ou moins rapidement, suivant la tension particulière à chacun d'eux.

Un certain nombre d'autres sulfures ont été examinés au même point

de vue. Les uns, comme les sulfures de fer, de nickel, de cobalt, d'antimoine, d'étain, d'arsenic, d'argent et de manganèse se dissocient plus ou moins rapidement; d'autres, comme les sulfures de cuivre, de zinc, de mercure, de cadmium, d'or, de platine et de molybdène, ne donnent lieu à aucun dégagement d'acide sulfhydrique, probablement parce que ces sulfures ne sont pas susceptibles de former des hydrates.

Ces expériences seront continuées; on examinera plus spécialement, au point de vue de la dissociation, les sulfures alcalins et alcalino-terreux. Cette étude fournira sans doute des données intéressant la constitution des eaux minérales sulfureuses.

MM. Ph. de CLERMONT et J. FROMMEL

SUR UNE NOUVELLE MÉTHODE DE SÉPARATION DE L'ARSENIC DES AUTRES MÉTAUX.

— Séance du 29 août 1878. —

En nous occupant de la dissociation des hydrates de sulfures en présence de l'eau bouillante, le cas particulier de l'arsenic nous a suggéré l'idée d'un nouveau procédé de séparation de l'arsenic des autres métaux, opération fort délicate, comme on le sait. Cette méthode, d'une grande simplicité, s'applique soit à l'analyse qualitative, soit à l'analyse quantitative.

En effet, un grand nombre d'hydrates de sulfures se dissocient à 100° en hydrogène sulfuré d'un côté, et en oxyde de l'autre; or le sulfure d'arsenic est le seul qui donne un oxyde soluble, l'acide arsénieux. Si donc on soumet un mélange de sulfure d'arsenic et d'autres sulfures à l'ébullition, les sulfures seront tous oxydés et resteront insolubles dans l'eau, à l'exception de l'acide arsénieux, qu'il sera dès lors facile d'isoler.

Pour un essai qualitatif, il convient d'opérer ainsi qu'il suit: on met le mélange des sulfures en suspension dans une certaine quantité d'eau, et l'on fait bouillir pendant quelque temps; on retrouve immédiatement l'acide arsénieux dans le liquide filtré. La dissociation du sulfure d'arsenic est si rapide qu'il suffit de deux ou trois minutes d'ébullition pour trouver une quantité notable d'acide arsénieux.

Lorsqu'il s'agit d'un dosage, il faut prendre quelques précautions qui sont indispensables.

Supposons un mélange d'arsenic, d'antimoine et d'étain; on transforme

le tout en sulfure en faisant passer un courant d'acide sulfhydrique après avoir acidulé par l'acide chlorhydrique et par l'acide tartrique, s'il y a de l'antimoine. Lorsqu'on est certain que la totalité de la matière a été transformée en sulfure, on laisse reposer dans un endroit chaud jusqu'à ce qu'on ne sente plus l'odeur de l'acide sulfhydrique, et l'on jette le tout sur un filtre. Le lavage doit être fait avec beaucoup de soin, car la plus petite quantité d'acide chlorhydrique restant dans le précipité occasionnerait une perte d'arsenic qui se volatiliserait sous la forme de chlorure. Le précipité, complétement lavé, est placé avec le filtre dans un ballon rempli d'eau, et est porté à l'ébullition. On a constaté que la réaction est beaucoup plus rapide dans un appareil distillatoire; cela tient, sans doute, à ce que la tension de dissociation est plus considérable dans la vapeur d'eau que dans l'air, et à ce que l'hydrogène sulfuré se dissolvant rapidement dans l'eau condensée permet à une nouvelle quantité de se produire. On peut accélérer encore la décomposition en faisant passer dans l'appareil un courant d'air qui entraîne l'acide sulfhydrique à mesure qu'il se dégage. On a reconnu que, pour une quantité d'arsenic ne dépassant pas 2 décigrammes, la distillation de 500 à 600 centimètres cubes d'eau suffit à la dissociation complète du sulfure.

On filtre le résidu et dans le liquide filtré se trouve la quantité intégrale d'acide arsénieux, qu'on dose alors par un des procédés connus. Sur le filtre restent les sulfures non décomposés et les oxydes qui ont pris naissance. Ce procédé permet la séparation de l'arsenic de tous les autres métaux.

Différents essais faits avec les sulfures d'étain, d'antimoine, d'or, de fer, etc., ont démontré la rigueur de cette méthode.

MM. Ph. de CLERMONT et J. FROMMEL

SUR LA VALEUR DE LA MAGNÉSIE COMME ANTIDOTE DE L'ACIDE ARSÉNIEUX.

— *Séance du 29 août 1878.* —

L'influence perturbatrice de l'acide arsénieux sur la dissociation du sulfure d'arsenic ayant été constatée dans les expériences décrites dans la note précédente, on a tenté à plusieurs reprises d'en combattre l'effet et de l'éliminer au fur et à mesure de sa formation. On a essayé, par exemple, de le rendre insoluble au moyen d'une addition de magnésie.

Or, lorsqu'on ajoute de la magnésie à de l'eau tenant en suspension du sulfure d'arsenic, celui-ci est presque instantanément décoloré et il se forme deux combinaisons : un sulfarsénite de magnésie $Mg^3\ 2\ (As\ S^3)$ soluble dans l'eau et un arsénite $Mg\ H\ As\ O^3$ insoluble; voici l'équation qui rend compte de cette réaction :

$$2\ As^2\ S^3 + 5\ Mg\ O + H^2\ O = Mg^3\ 2\ (As\ S^3) + 2\ Mg\ H\ As\ O^3.$$

Ce sulfarsénite soluble qu'on peut séparer par filtration de l'arsénite insoluble, étant soumis à l'ébullition, se dissocie et abandonne tout son soufre en se transformant en arsénite insoluble :

$$Mg^3\ 2\ (As\ S^2 + 7\ H^2\ O = 2\ Mg\ H\ As\ O^3 + 6\ H^2\ S + Mg\ O.$$

Une conséquence curieuse de ce fait se présente à l'esprit. On sait que dans les cas d'empoisonnement par l'acide arsénieux, un des contre-poisons indiqué est la magnésie. Rien de mieux, si réellement l'arsenic reste à l'état d'acide arsénieux dans l'organisme, l'arsénite qui se forme est, en effet, complétement insoluble. Mais en supposant qu'une partie de cet acide arsénieux passe à l'état de trisulfure, soit dans l'estomac, soit dans les intestins, en administrant de la magnésie, dans ce cas on rend soluble et assimilable ce sulfure qui par lui-même n'aurait pas été actif.

Or cette transformation d'acide arsénieux en sulfure n'est pas une hypothèse; on n'en mentionne qu'un exemple. M. L. A. Buchner (1) a constaté en effet dans les membranes intestinales d'une personne empoisonnée par l'acide arsénieux la présence d'une certaine quantité de trisulfure à l'état d'une fine poudre jaune.

On voit donc que la magnésie n'est pas un antidote aussi efficace qu'on le supposait, puisqu'elle rend soluble précisément ce sulfure d'arsenic qui aurait plus ou moins échappé à l'absorption à cause de son insolubilité.

MM. HENNINGER et LEBEL

PRÉSENTATION D'UN APPAREIL A DISTILLATION FRACTIONNÉE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

Séance du 29 août 1878. —

MM. HENNINGER et LEBEL présentent un appareil à distillation fractionnée qui leur a rendu les plus grands services pour analyser les vapeurs et séparer des liquides dont les points d'ébullition sont très-voisins. Cet instrument, vé-

(1) *Neues Repertorium der Pharmacie*, t. XVII, p. 386.

ritable appareil à colonne, est un tube en verre de $1^m,50$ environ de hauteur, s'articulant en trois parties rodées l'une dans l'autre. Chacune de ces parties présente quatre boules se succédant par un étranglement. Au niveau de cet étranglement, on a soin de mettre un petit dé en toile de platine destiné à retenir le liquide condensé et à forcer ainsi les vapeurs ascendantes à traverser cette couche de liquide; elles y subissent un véritable lavage et abandonnent les parties les moins volatiles. Le liquide condensé dans chaque boule retourne, par un petit tube latéral, à la boule placée immédiatement en dessous, et ainsi de suite, de manière à rentrer, en dernier lieu, dans le vase distillatoire.

A l'aide de cet appareil, MM. Henninger et Lebel ont pu séparer les alcools homologues provenant de la fermentation alcoolique, sans être obligés de passer par leurs dérivés iodés, opération nécessaire autrefois. Nous ajouterons, pour montrer combien cet appareil est précieux, que M. Lebel a pu séparer en grande partie l'alcool amylique actif de l'alcool amylique inactif en distillant l'alcool du commerce sous pression réduite.

MM. Ch. GIRARD et CAVENTOU

ACTION DU POTASSIUM SUR L'ANILINE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. GIRARD communique, au nom de M. E. CAVENTOU et au sien, leurs recherches sur l'action du potassium sur l'aniline.

Dans cette action, il se forme une masse pâteuse d'où l'on peut retirer de l'azobenzol et de l'amidoazobenzol. En faisant réagir le potassium sur la méthylaniline, on obtient de l'hydrogène, de la méthylamine et de l'indol.

Du produit de la réaction de l'aniline sur la nitrobenzine, M. Girard retire l'azoxybenzol et l'azobenzol. Avec le chlorhydrate d'aniline, l'azoxybenzide donne la violaniline, tandis que l'azobenzol fournit une matière qui est probablement de la triphénylène diamine.

M. le Docteur Ch. BRAME

Tours.

NOUVEAUX SCHÉMAS POUR EXPLIQUER LES RÉACTIONS CHIMIQUES

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. S. de LUCA

Professeur à l'Université de Naples.

RECHERCHES SUR LA FERMENTATION ALCOOLIQUE ET ACÉTIQUE DES FRUITS OU FLEURS ET DES FEUILLES DE CERTAINES PLANTES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. DE LUCA présente des recherches sur la fermentation alcoolique et acétique des fruits, des fleurs et des feuilles de certaines plantes.

Ses conclusions sont les suivantes :

1° Les fruits en vase clos se conservent plus ou moins longtemps soit dans l'acide carbonique ou l'hydrogène, soit dans le vide ou dans une atmosphère limitée d'air.

2° Les fruits dans de telles conditions subissent une fermentation lente avec dégagement de gaz carbonique, d'azote, et dans quelques cas d'hydrogène, et avec formation d'alcool et d'acide acétique, sans l'intervention d'aucun ferment. En vase clos, ces phénomènes se réalisent incomplétement à cause de la forte pression produite par les gaz développés et condensés sous un petit volume.

3° Lorsqu'on opère dans une atmosphère limitée d'air et dans des vases fermés, les phénomènes terminaux sont identiques aux précédents; mais l'oxygène de l'air reste absorbé par la matière organique des fruits.

4° Les feuilles et les fleurs se comportent d'une façon identique dans les mêmes conditions. Les matières sucrées amylacées disparaîtraient complétement.

5° M. de Luca remarque que dans certaines conditions il se produit un dégagement d'hydrogène. Ce gaz proviendrait du dédoublement de la mannite.

DISCUSSION

M. CAZENEUVE fait remarquer que ces recherches ont été précédées par celles de Pasteur, de Lechartier et Bellamy dont les conclusions sont identiques, du moins pour les termes principaux.

M. Georges LEMOINE
Ingénieur des ponts et chaussées.

ACTION DE LA LUMIÈRE SUR LE STYROLÈNE.

— *Séance du 29 août 1878.* —

D'après les ouvrages de chimie, le styrolène ($C^4 H^2$)^4, conservé dans des flacons transparents, se transforme presque toujours à la longue en une masse incolore, transparente, résineuse et presque solide : c'est le *métastyrolène*, la même modification isomérique qui se forme par l'action de la chaleur vers 200°.

Il m'est arrivé de trouver dans mon laboratoire au bout d'au moins un an un flacon de styrolène où la fluidité ne paraissait pas altérée : l'emplacement où ce produit avait été gardé était très-peu éclairé et ne recevait jamais le soleil. Je fus ainsi amené à installer quelques expériences comparatives sur l'action de la lumière sur le styrolène. Le corps dont je me servais avait été préparé par le procédé habituel, en distillant le styrax avec du carbonate de soude.

Quand on expose en plein soleil un petit tube scellé contenant du styrolène, le liquide s'épaissit de plus en plus. Au bout de vingt ou trente jours en été, la transformation est assez considérable pour qu'on puisse retourner le tube. Le corps ainsi obtenu paraît bien être le polymère déjà décrit : il est insoluble dans l'alcool. Il est mêlé encore à une petite quantité de styrolène non altéré, quelque chose comme 1/5, qui se sépare en chauffant vers 145°. En portant la température au delà de 300°, on régénère le styrolène fluide.

Le styrolène conservé complétement à l'abri de la lumière pendant le même temps paraît n'avoir subi, au contraire, aucune altération, ainsi que le montre l'échantillon présenté à l'appui de cette note.

J'ai cherché encore à me rendre compte comparativement de l'action exercée dans cette transformation par les différentes couleurs du spectre.

1° J'ai entouré les tubes d'eau pure et de liquides rouge et violet (bichromate de potasse et eau céleste). Du 24 juillet au 20 août 1878, on a eu :

Avec l'eau pure, solidification ;

Avec la dissolution rouge, rien ou presque rien ;

Avec la dissolution violette, le corps est devenu visqueux.

2° J'ai placé les tubes sous des plaques de verre de différentes couleurs. Du 24 juillet au 20 août 1878, on a eu :

Avec un verre blanc, solidification complète ;
— rouge, corps moins fluide qu'au début ;
— jaune, corps presque aussi fluide qu'au début ;
— vert, corps moins fluide qu'au début ;
— bleu, corps complétement solidifié ;
— violet, corps très visqueux, mais pouvant encore couler un peu.

Ce serait donc principalement vers l'extrémité du spectre et surtout dans la radiation bleue que s'opérerait la transformation.

Ces remarques rapprochent encore davantage la transformation polymérique du styrolène de celle du phosphore. On sait, et j'ai montré moi-même par des expériences rigoureuses, que dans l'obscurité le phosphore ordinaire se conserve sans aucune altération, tandis qu'à la lumière il se change peu à peu en phosphore insoluble. (*Annales de chimie et de physique*, année 1871, tome XXIV, pages 184 et 185.) D'après les expériences de divers auteurs, et particulièrement de M. Lallemand, on sait d'ailleurs que ce sont les rayons violets qui agissent avec le plus d'énergie pour la transformation du phosphore.

Faut-il conclure que pour le styrolène la lumière provoque une décomposition qui ne se ferait pas sans elle ? Ne fait-elle au contraire que l'accélérer et a-t-elle simplement le rôle d'excitateur ? Je n'oserais me prononcer d'une manière absolue qu'après avoir conservé pendant un an ou deux le styrolène dans une obscurité complète.

M. Jules LEFORT
Membre de l'Académie de Médecine.

SUR LES TUNGSTATES (1)

— *Séance du 29 août 1878.* —

(1) *Annales de chimie et de physique* [5], t. XV, p. 321.

7me Section

MÉTEOROLOGIE ET PHYSIQUE DU GLOBE

PRÉSIDENTS D'HONNEUR . . . . MM. TACCHINI (Pierre), Astronome à Palerme.
— RAGONA (D.), Directeur de l'Observatoire royal de Modène.
— DENZA (le R. P.), Directeur de l'Observatoire de Montecalieri.

PRÉSIDENT . . . . M. HERVÉ-MANGON, Membre de l'Institut, Professeur au Conservatoire des arts et métiers.

VICE-PRÉSIDENT. . . . . M. DE TASTES, Président de la Commission météorologique de la Vienne.

SECRÉTAIRE. . . . . M. TARRY, Ancien élève de l'École polytechnique, Inspecteur des finances.

Mme Clémence ROYER

LA CHALEUR CENTRALE DU GLOBE DÉDUITE DU PRINCIPE DE LA CORRÉLATION DES FORCES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 23 août 1878.* —

Mme CLÉMENCE ROYER fait une communication sur la température du globe terrestre. On sait que cette température augmente de un degré par 30 mètres environ de profondeur. Mme Clémence Royer établit que cette augmentation ne peut se continuer jusqu'au centre de la terre, et que, une fois le point de fusion des roches de la masse centrale atteint, elle doit être constante.

Après avoir rappelé les opinions de Fourrier, de Poisson et de Laplace, elle cherche la cause de cette augmentation de température des couches intérieures du globe dans les lois physiques connues, et la trouve dans la gravitation. Quand un corps tombe, il a une quantité de mouvement proportionnelle à sa masse et au carré de sa vitesse; dès qu'il rencontre un obstacle cette quantité de mouvement, se transforme en chaleur, mais elle ne disparaît pas, et, tant que le corps reste immobile, il exerce une pression qui produit cette chaleur.

D'après Mme Clémence Royer, la température d'un astre serait proportionnelle à sa masse au moins et peut-être au produit de sa masse par l'intensité de la gravitation à sa surface. Cela explique pourquoi ce sont les soleils, les

astres centraux, qui ont la plus haute température et dès lors on n'aurait plus à craindre de voir le soleil se refroidir et s'éteindre.

Le point de fusion des roches centrales est une température limite qui ne peut être atteinte, car on sait que la pression tend à diminuer le point de fusion et de gazéïfaction des corps.

M. ALLUARD

Doyen de la Faculté de sciences de Clermont-Ferrand, Directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme.

DE LA FORMATION DU GIVRE AU SOMMET DU PUY-DE-DOME

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. ALLUARD signale les obstacles qu'il a rencontrés dans l'établissement et le fonctionnement de cet observatoire situé à 1,477 mètres d'altitude. Il s'attendait à lutter contre la foudre, le froid et le vent; il a rencontré des adversaires au moins aussi redoutables, qu'il ne prévoyait pas, et qui sont pour lui une source d'embarras continuels : ce sont les givres et l'humidité.

M. Alluard avait insisté pour obtenir que le fil télégraphique reliant l'observatoire du sommet du Puy-de-Dôme à celui de la plaine fût établi en ligne aérienne, il l'a obtenu; mais, à chaque instant le fil était rompu par des dépôts de givre tellement abondants que le diamètre du fil, grossi par les couches concentriques du givre, atteignait celui d'un chapeau.

Les dépôts se forment surtout en février et mars, quand souffle le vent du nord-ouest. Alors tous les instruments sont obstrués et prennent des proportions énormes, l'anémomètre établi sur la tour, l'échelle qui y conduit et les haubans qui le maintiennent ne forment plus qu'une masse compacte; les girouettes sont de même soudées par le givre à leur pivot et ne tournent plus.

Entre les faces nord et est, on a placé un petit édicule à jour, où l'on a accès par quatre portes. Il est formé d'une série de persiennes en fer à l'extérieur, en bois à l'intérieur; l'air circule au-dessus ou au-dessous; c'est là que sont les thermomètres. Sous l'influence du givre les barreaux des persiennes se rejoignent; l'édicule à jour se ferme et se transforme en un édicule de glace.

On a tout essayé, sans succès, pour s'en débarrasser; les corps gras sont sans effet, il n'y a que les enveloppes multiples, séparées par des intervalles entre lesquels l'air circule librement, qui puissent remédier au mal, et M. Alluard va faire mettre une troisième enveloppe extérieure, pour protéger les deux premières, les aiguilles horizontales du givre qui se forment, ayant jusqu'à 80 et 90 centimètres de longueur. M. Alluard pense que des dépôts de givre analogues doivent se former sur les montagnes et les glaciers, et sont

sans doute une cause des avalanches. Cet embarras doit se rencontrer dans toutes les régions situées dans la zône des nuages, et seront un obstacle aux observations météorologiques dans les observatoires élevés.

DISCUSSION

M. LE GÉNÉRAL DE NANSOUTY expose qu'à l'Observatoire du Pic-du-Midi ces faits s'observent également, mais d'une manière beaucoup moins gênante; les instruments n'ont jamais été assez couverts de givre pour qu'on ne pût l'enlever avec l'ongle; à la station du sommet, située 500 mètres plus haut que celle du col Sencours, la quantité de givre diminue; l'inconvénient signalé est donc particulier à la zône des nuages, et diminue à mesure qu'on s'élève davantage.

Quant à la formation des avalanches, elle est bien due au givre; le général Nansouty en a vu descendre beaucoup; elles se détachent d'une seule pièce sous l'influence du soleil, dont les rayons ont creusé la partie inférieure de la masse.

Ce qui gêne le plus au Pic-du-Midi, c'est le vent, qui est assez violent pour rouler jusqu'à 60 mètres de distance des pierres du poids de 50 kilogrammes.

Quant à l'humidité, on s'en débarrasse très bien avec des doubles enveloppes, et c'est le système de construction qu'on a adopté pour l'observatoire que l'on élève en ce moment au sommet du Pic-du-Midi; à l'altitude de 2,877 mètres.

Le général de Nansouty entre à ce sujet dans des explications détaillées sur le plan qui a été adopté par les ingénieurs chargés de cette construction. Il y a partout deux murs réunis par une voûte, entre lesquels se trouve un couloir qui servira de promenade; il a $1^{m},10$ c. de large. Le bâtiment intérieur a 8 mètres de large et contient des pièces en nombre suffisant. La construction avance rapidement, mais les ressources s'épuisent, et, malgré la générosité des souscripteurs (1), le général craint d'être obligé de faire un nouvel appel de fonds aux partisans de cette œuvre, due entièrement à l'initiative privée.

L'Observatoire sera encastré dans la montagne, au sommet de laquelle on a commencé à creuser une excavation, comme une forme de navire; c'est dans cette excavation que se trouvera le sous-sol; le rez-de-chaussée lui-même ne sera complétement dégagé que du côté sud et les prises d'air seront faites dans le haut de la voûte, suivant la direction du vent.

M. ALLUARD objecte qu'au Puy-de-Dôme on a dû renoncer aux habitations souterraines, tout ce qui est casematé étant inhabitable, à cause de l'humidité.

M. le général de NANSOUTY répond que cet inconvénient tient sans doute à ce que l'altitude n'est pas assez élevée; au Pic-du-Midi l'humidité ne gêne nullement: l'atmosphère est relativement très sèche, et l'hygromètre dont la moyenne est de 45° à 50°, a souvent atteint zéro; il est vrai que le zéro

(1) M. Bischoffsheim a donné 15.000 francs. M. Bagio de Carvin (Pas-de-Calais) 5.000 francs. M. Sistace de Montrejean 1,000 francs par an depuis cinq ans. M. Tourasse, de Pau, 1,000 francs. L'Association française 500 francs, etc.

est immédiatement suivi d'une grande perturbation; c'est le précurseur d'un changement complet pour le lendemain. Du pain biscuité conservé pendant un an au Pic-du-Midi s'est trouvé aussi sec que quand on l'avait apporté à l'altitude de 2,380 mètres.

M. ALBERT-LÉVY

Physicien titulaire à l'Observatoire de Montsouris.

ANALYSE CHIMIQUE DE L'AIR ET DES EAUX MÉTÉORIQUES.

— *Séance du 23 août 1878.* —

J'ai entrepris depuis plusieurs années, à l'Observatoire de Montsouris, l'analyse quotidienne de l'air, ainsi que l'analyse individuelle des eaux météoriques recueillies soit à l'Observatoire, soit dans les différents quartiers de Paris. Actuellement, cinq stations nous envoient leurs eaux; elles sont situées : dans le parc des Buttes-Chaumont; au dépotoir de la Villette; à l'École normale d'Auteuil; à la gare du Nord; au Jardin d'acclimatation.

Depuis quelques mois, cette étude s'est étendue aux eaux courantes et aux eaux des différents puits de Paris. Chaque semaine, douze eaux sont soumises à l'analyse. Les eaux de la Dhuis, de la Marne, de l'Ourcq, de la Vanne sont prises à leurs bâches d'arrivée dans les réservoirs de Paris. L'eau de Seine est recueillie en divers points du parcours du fleuve. L'eau d'égout est prise au collecteur de Clichy, etc.

Dans ces eaux, j'analyse, avec le concours de mon aide, M. Allaire : l'azote des nitrites et des nitrates, l'azote ammoniacal, l'azote des matières albuminoïdes contenues dans l'eau, ou du moins la portion de cet azote qu'on transforme en ammoniaque en traitant ces matières par le permanganate de potasse alcalin et bouillant et recevant le produit de la distillation dans un volume connu d'acide sulfurique traité. Enfin, je dose la quantité d'oxygène nécessaire pour brûler cette matière organique ou du moins celle qui est fournie par le permanganate de potasse alcalin après une ébullition dont la durée, constante, est de cinq minutes.

Dans l'air, nous recherchons chaque jour, M. Allaire et moi, l'azote ammoniacal, l'azote des matières albuminoïdes (nous renouvelons les réserves faites plus haut), l'acide carbonique et l'ozone. Ces analyses, limitées jusqu'à ce jour à l'air du parc de Montsouris, vont être étendues à divers points de Paris, notamment à l'Hôtel-Dieu, au cimetière du Père-Lachaise et à la plaine de Gennevilliers où la ville a commencé

l'épuration de ses eaux d'égout. Ces recherches nouvelles doivent porter non-seulement sur l'air libre, mais encore sur les émanations du sol et sur ses eaux d'infiltration.

Je n'ai pas à rappeler les méthodes que j'emploie. Elles sont décrites, soit dans des notes présentées à l'Académie des sciences, soit dans l'Annuaire ou dans le Bulletin mensuel de l'Observatoire de Montsouris. Je veux simplement indiquer quelques-uns des résultats obtenus.

Tous les jours, en même temps que nous dosons en poids l'ozone de l'air, nous plaçons un papier Schoenbein à côté de l'endroit où l'air est aspiré, et nous notons les indications du papier en même temps que nous notons le poids d'ozone. Les résultats fournis par le dosage ne sont pas exactement d'accord avec les indications du papier, et l'on devait s'y attendre.

Le dosage opère sur un volume d'air exactement connu et sensiblement le même chaque jour, tandis que le volume d'air qui agit sur le papier ozonoscopique est indéterminé et très-variable. Dans les barboteurs, l'iodure de potassium est dissous et l'iode mis en liberté repasse à l'état d'iodure en oxydant l'acide arsénieux ; sur le papier, l'iodure est sec et son état hygrométrique varie avec celui de l'air : l'iode libre n'est retenu que par l'amidon avec lequel il forme un composé peu stable. Enfin, l'échelle ozonoscopique de Salleron est entièrement arbitraire.

Cependant, les papiers sont d'un usage si commode que nous avons recherché si l'on ne pourrait pas corriger leurs indications des erreurs qui les affectent. La correction exacte est bien difficile, car les éléments multiples sur lesquels elle devrait s'appuyer sont indéterminés; nous pouvons même ajouter que, dans un certain nombre de cas, cette correction est impossible, à cause des décolorations fréquentes que présente le papier Schoenbein exposé à l'air. Nous avons montré (1) que, sous l'influence de certains vents (à Paris, c'est par les vents du nord, c'est-à-dire ceux qui ont passé sur la ville), la décoloration du papier ioduré était évidente.

Malgré les difficultés très-réelles qui se présentent quand on veut comparer les résultats quotidiens du dosage de l'ozone et les indications du papier, les courbes mensuelles fournies par ces deux espèces de données ne laissent pas que d'être assez semblables. Déjà, l'an dernier, nous avons publié dans l'Annuaire de Montsouris un tableau de comparaison entre l'ozone dosé et les indications du papier Schoenbein. Le même tableau fait cette année m'a donné des résultats sensiblement pareils à ceux obtenus l'an dernier. Ainsi : les degrés 1 et 2 correspondraient à un poids moyen de $0^{mg},7$ d'ozone par centimètres cubes d'air; les degrés

(1) *Annuaire de l'Observatoire de Montsouris pour 1878.*

3 et 4, à $0^{mg},8$; 5 et 6, à $1^{mg},0$; 7 et 8, à $1^{mg},4$; 9 et 10, à $1^{mg},8$; 11 et 12, à $2^{mg},0$; 13 et 14, à $2^{mg},0$; 15 et 16, à $2^{mg},3$; 17 et 18, à $2^{mg},6$; 19 et 20, à $2^{mg},8$. Le degré 21, qui doit être évidemment le plus variable, car il limite les indications du papier, correspond cette année à $3^{mg},5$; il correspondait à $3^{mg},8$ l'an dernier.

Toutes les remarques que nous avions faites l'an dernier sur la relation qui existe entre la quantité d'ozone contenue dans l'air et la direction des vents, nous les avons vérifiées à nouveau cette année.

A Montsouris, du nord-ouest à l'est-sud-est, en passant par le nord, les vents ne donnent qu'une quantité d'ozone très-faible ; dans la région du sud, au contraire, les vents nous arrivent chargés d'ozone, et en particulier ceux compris entre l'ouest et le sud.

C'est ce qui résulte du tableau suivant :

OZONE ET DIRECTION DU VENT

Direction du vent.	Nombre des comparaisons.	Ozone total.	Moyenne d'ozone.
S	31	$71^{mg},4$	$2^{mg},3$
SSO	36	93. 0	2. 6
SO	34	67. 8	2. 2
OSO	25	59. 4	2. 4
O	23	47. 8	2. 1
ONO	23	36. 0	1. 6
NO	22	23. 1	1. 1
NNO	7	9. 3	1. 3
N	27	27. 3	1. 0
NNE	25	21. 6	0. 9
NE	19	23. 4	1. 2
ENE	8	7. 5	0. 9
E	9	8. 1	0. 9
ESE	6	10. 5	1. 8
SE	7	10. 2	1. 5
SSE	11	21. 0	1. 9

Sans insister autrement sur les résultats des recherches que nous avons entreprises, nous pouvons ajouter une observation qui se rapporte au dosage de l'ammoniaque dans l'air. Les différents observateurs qui ont analysé l'ammoniaque contenue dans l'air sont arrivés à des résultats tout à fait différents. C'est ainsi que 1 million de kilogrammes d'air contient, suivant Gräger, 333 grammes d'ammoniaque; suivant Kemp, 3,880 grammes ; suivant Frésénius, 89 grammes pendant le jour et 169 grammes pendant la nuit; suivant Isidore Pierre, 3,500 grammes à 3 mètres au-dessus du sol et 500 grammes à 8 mètres au-dessus du sol.

M. Ville a trouvé que ces nombres sont tous trop considérables, et il évalue le poids moyen d'ammoniaque contenue dans 1 million de kilo-

grammes d'air à 25 g. 75, ce qui donne 3^{mg},2 dans 100 mètres cubes d'air. Les résultats que nous avons obtenus sont tout à fait comparables à ceux donnés par M. Ville. La moyenne des nombres que nous avons trouvés à Montsouris, à une hauteur de 2^{m},50 au-dessus du sol du parc, est de 3^{mg},5 environ pour 100 mètres cubes d'air.

M. le Dr HUREAU DE VILLENEUVE

Président de la Société aéronautique de France.

DES TRACÉS GRAPHIQUES DANS LES OBSERVATIONS FAITES EN BALLON.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. Hureau de Villeneuve appelle l'attention sur les tracés graphiques employés pour la représentation de l'itinéraire des ascensions en ballon, destinées à des études météorologiques. Ces graphiques doivent avoir d'abord pour base un fragment de carte géographique représentant la région parcourue par l'aérostat; sur cette carte une ligne indique le chemin parcouru en plan. Au dessus de la carte se trouve, en élévation, les différentes hauteurs atteintes, correspondant aux heures réelles d'observation. Dans la plupart des graphiques publiés jusqu'à ce jour, les indications thermométriques et hygrométriques étaient indiquées par des chiffres. M. Terrier vient récemment d'inaugurer une nouvelle manière de procéder. Il a également indiqué par les courbes les indications thermométriques et hygrométriques.

Un fait très-curieux résulte de son graphique; c'est l'indication du retard des observations qui se manifeste pour le thermomètre et l'hygromètre. En effet, dans l'ascension de M. Terrier, le thermomètre a manifesté un retard de dix minutes et l'hygromètre un retard de vingt minutes.

M. Hureau de Villeneuve pense que cette manière d'étudier le retard des instruments peut présenter de l'intérêt au point de vue météorologique.

Il termine en priant les météorologistes de vouloir bien formuler un programme des observations météorologiques à faire en ballon; il le transmettrait aux aéronautes avec lesquels le met en relation son titre de président de la Société aéronautique de France.

M. l'Abbé MAZE

A Harfleur.

OBSERVATION D'UN PHÉNOMÈNE NÉBULEUX PRÈS DU HAVRE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 26 août 1878.* —

M. L'ABBÉ MAZE fait connaître un phénomène nébuleux qu'il a observé à Harfleur le 28 novembre 1877 à 3 heures 1/2 du soir: le ciel était en partie couvert de nuages isolés et élevés, courant de l'est à l'ouest; à 3 heures 1/4 il s'est formé cinq rayons nébuleux, composés de filaments blanchâtres d'un aspect corné. L'un d'eux, dirigé du côté du pôle, présentait des stries parallèles aux rayons solaires et des stries perpendiculaires; tout l'ensemble de l'apparition tournait autour du rayon solaire avec un angle d'environ 65°, il a disparu à 4 heures 10 minutes et M. l'abbé Maze l'a revu un quart d'heure plus tard avec une couleur rose carmin. Le baromètre n'a pas été observé.

M. De TASTES

Président de la Commission météorologique de la Vienne.

THÉORIE DES GRANDS MOUVEMENTS DE L'ATMOSPHÈRE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 26 août 1878.* —

M. DE TASTES expose la théorie des grands mouvements de l'atmosphère sur laquelle sont basées ses prévisions du caractère des saisons.

La première prévision relative à la sécheresse de l'année 1870 et au grand hiver qui devait la suivre, fut signalée à l'Académie des sciences par Ch. Sainte-Claire Deville; une seconde application de cette théorie, publiée en divers recueils, a été faite aux caractères généraux de l'année 1872, puis une troisième à la prévision de l'hiver si doux de 1874.

Une des principales propositions de ce système est que les cyclones sont dus à l'action toute mécanique résultant du battement de deux courants aériens animés de vitesses différentes; elle a eu la bonne fortune d'être adoptée par M. Faye. L'auteur a trouvé également dans les travaux de M. Brault, dont il ne saurait admettre toutes les conclusions sans restrictions, une confirmation de ses idées.

Encouragé par ces adhésions indirectes, il a entrepris de publier chaque jour, pendant trois ans, dans les journaux de Tours, un Bulletin contenant des prévisions à lointaine échéance et il a dû signaler des cas où celles de l'Observatoire de Paris étaient en défaut; c'est ainsi, par exemple, qu'il annonça pour les côtes algériennes la fameuse tempête du 12 janvier 1876, inaperçue par l'Observatoire, et qui fit de si grands dégâts dans notre colonie.

Passant successivement en revue les divers systèmes d'avertissements du temps, M. de Tastes critique à la fois l'excès de prudence de l'Obervatoire de Paris, qui ne formulait pas de prévisions au delà de vingt-quatre heures et ne s'appuyait sur aucune théorie, et la hardiesse des avertissements du *New-York-Herald*, qui, sans avoir publié la doctrine sur laquelle il fonde ses prévisions, se hasarde à annoncer à jour fixe et sur un point déterminé l'arrivée en Europe des tempêtes qui quittent l'Amérique, alors qu'une minime déviation angulaire dans la direction de la trajectoire observée au départ suffit pour faire varier le point d'arrivée du centre du météore des côtes de la Laponie à celles du Portugal.

C'est également à tort, suivant l'auteur, qu'on attribue tous les changements de temps aux cyclones originaires des régions équatoriales, qui arrivent dans nos pays après avoir décrit d'immenses trajectoires. M. de Tastes expose ensuite le résultat de ses propres recherches, basées sur l'étude quotidienne des cartes du temps; il montre que les courbes isobares peuvent se classer dans un certain nombre de catégories dont il montre des spécimens et que ces situations générales de l'atmosphère ont un caractère marqué de persistance, ce qui permet, avec beaucoup d'habitude, de prévoir, à l'inspection d'une série de cartes quotidiennes la disposition que prendront les grands courants aériens pendant les jours suivants. Les phases lunaires ont, suivant lui, de l'influence sur les changements de temps, et ceux-ci se manifestent d'abord dans les hautes régions avant d'atteindre les couches inférieures de l'atmosphère; aussi les observations sur les hauts pics isolés ont-ils une importance particulière pour les progrès de la science.

M. l'abbé DURAND

Professeur de sciences géographiques à l'Université catholique de Paris.

LES PLUIES DE POUSSIÈRE DES DÉSERTS DE L'ASIE CENTRALE.

— *Séance du 26 août 1878.* —

Au centre de l'Asie s'étendent trois grandes dépressions dont le niveau se maintient cependant au-dessus de celui de la mer Caspienne et du lac d'Aral.

La première est celle du *Khorassan*, qui s'étend au sud de la mer

Caspienne, le deuxième celui de Lout, qui s'avance au midi du précédent jusque dans le Kirman, et le troisième le Kizil-Koum (désert rouge) qui couvre les régions occidentales du territoire compris entre le Syr daria et l'Amon daria.

Ces déserts ont été parcourus récemment par le célèbre voyageur russe M. de Khanikoff, qui en a rapporté des observations curieuses ; nous les extrayons de ses ouvrages pour les grouper et en faire profiter la science.

Les déserts de Khorassan et de Lout ou Grand Désert salé se composent de quatre terrasses couvertes soit de dunes sablonneuses, sur lesquelles on n'aperçoit que quelques touffes de tamarin, soit d'une couche argileuse formée de sable grisâtre à gros grains, qui recouvre une autre couche sablonneuse et devenue ferme par un ciment de sel.

Çà et là, sur la surface, s'étendent d'immenses plaques d'efflorescences salines, qui deviennent plus nombreuses dans le désert de Lout.

Ce désert est la continuation de celui du Khorassan.

Tous deux réunis forment un immense trapèze de 350,000 kilomètres de superficie sur lesquels il y en a 200,000 en Perse : le reste couvre l'Afghanistan et le Seistan.

La deuxième des quatre terrasses est la plus élevée, elle a de 900 à 1,200 mètres d'altitude. Vers le Sud-Est se trouve sa région la plus basse; elle n'en a plus que 380. De ce côté le sol se creuse et forme la dépression du Seistan, au fond de laquelle s'étend le lac Hamoud : son point le plus bas se tient entre 120 et 150 mètres. Ces déserts sont balayés par les courants du Samiel, vent brûlant semblable au sirocco. Sa chaleur est si intense que le voyageur est pris de vertige et court risque d'être asphyxié. M. de Khanikoff a constaté jusqu'à + 65° centigrades et ses provisions de stéarine et de sulfate de soude ont été fondues, ce qui l'a mis plusieurs fois dans l'impossibilité de continuer ses observations.

Ces déserts donnent également naissance à des trombes considérables, d'une poussière argileuse et noirâtre, qui atteignent de 48 à 50 mètres de hauteur.

Ce même voyageur a observé :

1° Que la température de ces trombes est plus élevée à l'intérieur qu'à l'extérieur ;

2° Qu'elles se changent en nuages ou brouillards secs que le vent emporte à des distances considérables;

3° Que ces brouillards et nuages obscurcissent la lumière du soleil comme une éclipse;

4° Qu'ils se dissipent et tombent à terre ; après une forte pluie, on en retrouve la poussière dans l'eau à l'état de sédiment;

5° Que pendant le passage d'un de ces nuages le baromètre reste sans oscillation.

Dans ces déserts, *la pression atmosphérique est constante* et le baromètre oscille fort peu.

Le phénomène du mirage s'y montre très-intense. M. de Khanikoff affirme que tous ces phénomènes sont beaucoup plus puissants dans le Kizil-Koum ou désert de la Transoxiane que sur le plateau de Khorassan.

D'un autre côté, les voyageurs anglais les ont constatés également dans le désert indien du Sind.

MM. Haywart, Schaw et Johnston ont étudié les nuages de poussière dans le Turkestan oriental. Ce dernier voyageur a été témoin de plusieurs de ces phénomènes pendant son séjour à Koten.

Ces nuages viennent tomber régulièrement dans la plaine de cette contrée en une poussière impalpable, c'est le seul engrais qui en féconde le sol. En effet, les habitants regardent celle-ci comme nécessaire à leurs récoltes. Sans elle ils seraient décimés par la famine.

Or, le Turkestan oriental ou chinois forme une vaste baie oblongue du désert de Gobi, entourée de hautes montagnes de trois côtés. Au nord, c'est la chaîne du Tian-Chan ; à l'ouest, c'est le Bolor qui mesure jusqu'à 6,500 mètres d'altitude; au sud, ce sont les Kouen-lin, dont l'altitude moyenne est de 5,000 mètres environ ; à l'est, entre l'Altaï et le Kouen-lin, s'ouvre un détroit couvert d'ondulations sablonneuses communiquant avec le désert de Gobi. La mer de sable commence à peu de distance à l'est d'Ilitchi et se prolonge à l'est jusque dans l'intérieur de la Mongolie où elle s'étend sur une très-vaste superficie.

Le Turkestan oriental forme donc une cuvette profonde couverte de sables dans sa région orientale, arrosée par la Yorkand et la Kaschgar et divisé en trois plaines dont celle de Koten est la plus méridionale.

Or, cette cuvette se trouve à environ 2,500 mètres au-dessous de la zone des courants atmosphériques.

Les nuages de poussière qui engraissent ces campagnes ne peuvent donc venir ni du nord, ni de l'ouest, ni du sud. Ils se forment probablement dans la région orientale de la cuvette ou dans le désert de Gobi, et pénètrent dans celle-ci par le détroit dont nous venons de parler.

Mais les mêmes voyageurs ont constaté que l'atmosphère de cette partie du Turkestan est très-calme, que son climat est doux et constant et préférable à celui de la belle vallée de Cachemire, située au pied du versant opposé.

Nous croyons donc que ces nuages de poussière arrivant du nord-est

et de l'est viennent se heurter le long de la muraille des Kouen-lin, où, livrés à eux-mêmes dans une atmosphère tranquille, ils tombent tout doucement en brouillard sur le sol qu'ils fécondent, comme les matières en suspension dans une eau tranquille. Les explorateurs russes et les missionnaires catholiques de la Mongolie ont rencontré sur les plateaux sablonneux de ce pays les mêmes tempêtes et les mêmes trombes de sable poussées par les vents d'ouest ou par les vents d'est selon la saison.

Ajoutons à ce qui précède qu'un voyageur, qui a traversé plusieurs fois le Far-West, ou grande plaine centrale des États-Unis, nous a raconté que les mêmes phénomènes se produisaient dans cette région et dans les mêmes conditions.

DISCUSSION

M. Tacchini, président d'honneur, expose les caractères que présentent les pluies de poussière en Sicile; les phénomènes qu'elles produisent sont très-différents de ceux que l'on observe en Asie; la baisse du baromètre et le passage des tourbillons atmosphériques les accompagnent toujours. Quand l'air est sec, il tombe une poussière rougeâtre qui se dépose partout en couche uniforme; quand il pleut, la pluie fait des taches couleur ocre et on trouve la même poussière au fond du pluviomètre en quantité très-notable. Il serait très-utile de recueillir et faire analyser ces poussières qui peuvent avoir des origines différentes.

C'est surtout au moment du passage des cyclones que tombent les pluies de sable; il se produit en même temps une odeur très-caractéristique, et, le plus souvent, il y a sirocco.

La Sicile est un pays exceptionnel pour l'étude du sirocco; d'ailleurs, chaque mois il y en a deux ou trois; en hiver il est très-agréable; mais, en été, il est très-fatigant. Loin d'être un engrais pour la culture, comme ceux qui accompagnent les pluies de poussières de l'Asie centrale, il constitue une véritable brûlure, et, si l'on pouvait supprimer le sirocco, il en résulterait un avantage considérable pour l'agriculture; c'est ce qui arriverait probablement si le projet de création d'une mer intérieure dans le Sahara réussit et ce serait un véritable bienfait pour le sud de l'Europe, dont le climat se trouverait modifié dans un sens favorable. Mais, indépendamment des siroccos, qu'on observe à la surface du sol, il y en a d'autres qui traversent constamment l'atmosphère; ceux-là ne sont relevés que par les observations spectroscopiques, parce que les observations spectroscopiques de la photosphère ne sont possibles qu'avec une large couche d'air calme; or, quand il y a calme en bas et agitation en l'air, beaucoup de phénomènes passent inaperçus. On éviterait cet inconvénient en se plaçant au-dessus des couches nuageuses ou agitées, et M. Tacchini recommande de faire de la météorologie en haut et non en bas. Les observatoires sur les hautes montagnes et notamment sur les pics isolés

sont, selon lui, d'une importance exceptionnelle pour l'étude des grands mouvements de l'atmosphère, et il se propose d'établir une station météorologique et astronomique sur l'Etna, à 3,000 mètres d'altitude, qui est décidée en principe et au sujet de laquelle il compte donner des renseignements dans une prochaine séance.

Cette étude des grands mouvements de l'atmosphère, qu'il faut relier avec les phénomènes cosmiques, est, selon lui, le but principal que doivent poursuivre les météorologistes ; on pourra en déduire, suivant l'ordre d'idées poursuivi par M. de Tastes, quel sera le caractère général des saisons ; il est beaucoup plus important pour l'agriculteur de savoir si la saison suivante sera sèche ou pluvieuse, que de savoir s'il y aura le lendemain un orage qu'on ne peut empêcher ; aussi, les avertissements agricoles entrepris dans quelques pays sont, suivant lui, prématurés, parce qu'ils doivent suivre et non précéder la connaissance des phénomènes généraux et que ceux-ci présentent une telle variété, que les conséquences d'un phénomène diffèrent avec les pays et que suivant les circonstances topographiques le résultat sera tout différent pour deux départements voisins.

M. Tarry, à l'occasion des deux précédentes communications, insiste sur l'utilité que présente l'observation des pluies de poussière pour l'étude des grands mouvements de l'atmosphère. Ces poussières, transportées d'une contrée à une autre par les grands courants aériens, sont comme les *étiquettes* que la nature a mises sur eux, pour que les météorologistes puissent les distinguer des autres, et ces courants et ces tempêtes portent ainsi avec eux leur *certificat d'origine*, ce qui permet de suivre leur marche avec certitude.

Frappé de cette idée, M. Tarry a étudié d'une manière spéciale les pluies de poussière dont vient de parler M. Tacchini, qui tombent périodiquement au sud de l'Europe et notamment en Sicile. Il a donné en 1870 à l'Académie des sciences une explication de ces phénomènes et a démontré que cette poussière le sable du Sahara, soulevé et maintenu pendant plusieurs jours dans les hautes parties de l'atmosphère par le mouvement ascendant qui se développe dans les grands tourbillons ou cyclones qui se promènent incessamment à la surface de notre continent.

En séparant des autres tempêtes celles qui étaient marquées de ce signe caractéristique, M. Tarry a pu déterminer leur marche malgré les insuffisances des observations météorologiques en Afrique à cette époque et formuler la loi du mouvement d'oscillation des cyclones entre l'Europe et l'Afrique, loi qu'il a soumise à une vérification expérimentale, en annonçant plusieurs jours à l'avance le retour d'Afrique en Europe d'une tempête qui était descendue d'Europe en Afrique, au commencement de mars 1872 et la pluie de sable qui devait l'accompagner. Le phénomène prévu arriva en effet au jour indiqué et la pluie de sable fut observée dans toute l'Italie et la Sicile.

Il s'agit donc bien, en cette circonstance, de phénomènes atmosphériques, et l'origine de ces pluies de poussière n'est pas étrangère à notre globe, comme on l'avait cru autrefois. Mais la différence signalée par M. l'abbé Durand et par M. Tacchini entre les pluies de poussière du sud de l'Europe et celle des déserts de l'Asie, dont les premières sont toujours accompagnées d'une dé-

pression barométrique, tandis qu'aucune oscillation du baromètre n'accompagne les secondes, est digne d'attention et met en évidence le caractère tout à fait différent des climats de ces contrées.

Quant à l'analyse à faire de ces dépôts poussiéreux, notamment quand ils sont entraînés par la pluie il serait à désirer qu'elle fût centralisée dans un établissement scientifique; pour les poussières qui tombent au sud de l'Europe elle a été faite par diverses personnes, notamment par M. le professeur Sylvestre à Catane, et elle a donné des résultats comparables à ceux de l'analyse des sables du Sahara.

M. REYMONET

Vice-Président de la Chambre de Commerce de Marseille.

VŒU PRÉSENTÉ PAR LA CHAMBRE DE COMMERCE DE MARSEILLE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 26 août 1878. —

M. Reymonet désire soumettre à la section un vœu qui se rattache directement au développement des études météorologiques dans leur application pratique au commerce et à la marine. Il expose que la Chambre de commerce de Marseille a institué depuis trois ans un bureau météorologique en relations télégraphiques quotidiennes avec divers ports français de la Méditerranée et avec Alger qui lui envoie les télégrammes météorologiques de l'Algérie. Il serait à désirer que ce bureau pût échanger télégraphiquement les documents qu'il reçoit avec ceux qui peuvent lui être envoyés par le bureau météorologique de la marine italienne, établi à Florence, et la Chambre de commerce, dans ce but, a demandé à l'administration la franchise pour ces télégrammes. Si la section de météorologie voulait, par un vœu, s'associer à cette démarche, ce vœu contribuerait puissamment à servir les intérêts du commerce, de la marine, et, on peut le dire, de l'humanité.

DISCUSSION.

M. Tacchini, membre du Comité, directeur de la Météorologie italienne, s'associe aux idées exprimées par M. Reymonet, et se fera un devoir d'appuyer, en Italie, la démarche annoncée et les négociations en cours.

M. Tarry expose, en quelques mots, l'historique de la question et signale les circonstances qui lui paraissent faire désirer l'établissement, à Alger, d'un bureau météorologique indépendant.

Le vœu, présenté par M. Reymonet, est adopté par la section.

M. l'Abbé ROUGERIE

Curé-archiprêtre de Rochechouart.

LOI FONDAMENTALE RELIANT LA PRESSION BAROMÉTRIQUE (1) A LA DIRECTION ET A LA VITESSE DES VENTS.

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. l'Abbé ROUGERIE

Curé-Archiprêtre de Rochechouart.

ANÉMOGÈNE, APPAREIL DE DÉMONSTRATION DE LA CIRCULATION ATMOSPHÉRIQUE.

— *Séance du 27 août 1878.* —

L'appareil, que j'ai fait construire très-sommairement, reproduit avec une exactitude suffisante les grands traits de la circulation atmosphérique. Il a pour principe cette hypothèse dont il fournit la preuve expérimentale : Les mouvements généraux de l'atmosphère ont pour cause la rotation de la terre et la force centrifuge qui en résulte.

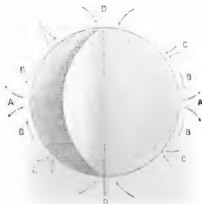


Fig. 53

Cet appareil se compose de deux disques circulaires disposés à angle droit (fig. 53), que l'on fait tourner rapidement autour du diamètre vertical qui leur est commun.

Ce système est placé à l'intérieur d'une sphère creuse présentant à sa surface une série d'ouvertures circulaires devant lesquelles peuvent se mouvoir des hélices dont l'axe est dirigé vers le centre de la sphère.

On peut encore enlever la sphère servant d'enveloppe et présenter

(1) *Recherches sur la loi fondamentale qui relie la pression barométrique, etc.*; Paris, Arthur Bertrand.

successivement aux divers points d'un méridien du système rotatoire une petite hélice tenue au bout d'un fil métallique (fig. 54).

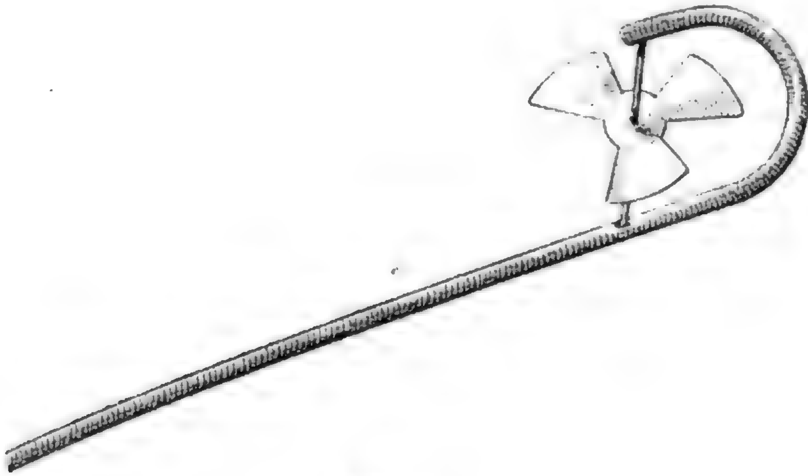


Fig. 54

Dans l'un et l'autre cas, le mouvement de rotation produit des courants qui font tourner l'hélice de droite à gauche ou de gauche à droite, ou la laissent indifférente, suivant sa position le long du méridien.

Bien que cet appareil rudimentaire ait été construit fort imparfaitement par un maréchal-ferrant et par un horloger, il permet de reproduire et de constater :

A. Le courant équatorial ascendant.

B. Le courant des alizés.

C. La zone des hautes pressions et celle des vents variables et incertains.

D. Un courant descendant du Zénith sur les régions polaires.

L'étude de la direction et de l'intensité de ces courants est très-facile au moyen d'hélices semblables à celles de la figure 54.

Ce serait rendre un immense service à la météorologie que de construire avec la précision nécessaire cet appareil, qui permettrait d'étudier à loisir les effets de la rotation du globe sur l'atmosphère.

Il devrait être composé :

1° D'un globe terrestre et d'un volant, fig. 53, pouvant se substituer l'un à l'autre.

2° D'une horloge servant de moteur à ce globe ou à ce volant et munie d'un cadran pour indiquer les tours à la seconde, et d'une manivelle se substituant à l'horloge et donnant une vitesse à volonté.

3° D'une seule hélice pouvant être présentée à la main aux divers courants, ou de plusieurs enveloppes sphériques établies de distance en distance autour du volant, pourvues d'hélices permettant d'étudier les courants aériens à différentes distances du volant.

L'emploi d'un appareil de ce genre, — même très-imparfait, — m'a plusieurs fois indiqué l'existence de faits météorologiques que des observations directes ont pleinement confirmés.

M. E.-H. de BAUMHAUER

Secrétaire de la Société hollandaise des sciences, à Harlem.

LE MÉTÉOROGRAPHE A DISTANCE.

(EXTRAIT.)

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. E. H. de Baumhauer fixe l'attention des membres du Congrès sur le météorographe à distance exposé par M. H. Olland, mécanicien à Utrecht, dans la section hollandaise de l'Exposition. Ce météorographe est la réalisation d'une idée que M. de Baumhauer a émise le 30 mai 1874 devant l'Académie des sciences d'Amsterdam, qu'il a développée ensuite dans les *Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles*, 1874, t. IX, page 230 et dans les *Annales de Poggendorff*, t. CLIV, page 37, et dont la première application a été faite dans un modèle que M. Olland a construit sur les ordres de la Commission néerlandaise de l'Exposition de Philadelphie.

Cet appareil est destiné à être établi dans un observatoire *solitaire* (lieu inhabité, cime de montagne, roche en mer, etc.). Il n'a rien de commun avec les appareils enregistreurs à *sondes électriques*, employés dans quelques établissements météorologiques; les divers instruments qui le composent fonctionnent en dehors de tout courant électrique et marquent leurs indications sur un même cadran, à titre *d'instruments à lecture directe;* l'électricité n'intervient que pour inscrire télégraphiquement cette lecture à l'observatoire *central*, placé à grande distance, sur une feuille de papier ou sur une plaque de cuivre.

M. Olland, mettant au service de cette œuvre toutes les ressources de son talent de mécanicien, put exposer, de l'autre côté de l'Océan, un appareil où les indications du baromètre, du thermomètre, de la girouette et de l'anémomètre de Salleron, recueillies à *l'Observatoire solitaire*, étaient reportées, au moyen d'un circuit télégraphique, sur une feuille de papier couverte de noir de fumée et tendue sur un cylindre, qui était censé établi à *l'Observatoire central.* Le Jury de Philadelphie reconnut de grands mérites à ce météorographe et décerna une médaille à l'exposant.

L'éminent directeur de l'Institut météorologique d'Utrecht, M. C.-H.-D. Buys-Ballot, après s'être assuré du bon fonctionnement de l'appareil, et pénétré de l'importance de la transmission télégraphique d'observations fournies par des instruments placés loin des habitations humaines et de leurs influences perturbatrices, fit construire par M. Olland un second appareil de ce genre. L'une

de ses parties (l'observatoire solitaire) devait être établie au sommet de la tour de la cathédrale d'Utrecht, tandis que l'autre partie (cylindre récepteur), au moyen d'un seul fil communiquant avec le sol, donnerait au directeur de l'Institut, dans son cabinet situé à un quart de lieue de la cathédrale, l'occasion de connaître régulièrement, heure par heure, et en outre chaque fois qu'il le jugerait à propos, les indications des instruments. Ce nouvel appareil, auquel M. Olland apporta beaucoup de perfectionnements mécaniques, dont l'expérience antérieurement acquise lui avait fait sentir l'opportunité, fonctionne depuis un an et demi, dans les conditions précitées, avec une régularité parfaite, et à l'entière satisfaction de M. Buys-Ballot. L'instrument exposé à Philadelphie, ayant beaucoup souffert lors du retour, le gouvernement qui désirait que cette invention néerlandaise fût représentée aussi dignement que possible à l'Exposition de Paris, chargea M. Olland d'exécuter un troisième appareil. Grâce à l'esprit inventif de l'artiste, ce dernier modèle est devenu un météorographe presque parfait, qui mérite l'intérêt non-seulement des météorologistes, mais aussi de tous les constructeurs d'instruments; car il se prête avec la même facilité, à l'enregistrement de la hauteur des cours d'eau ou des marées et à une foule d'autres applications.

Le principe sur lequel repose ce météorographe enregistreur est, en peu de mots, le suivant: les variations de chaque instrument météorologique sont transmises à un levier, qui met en mouvement une aiguille, ainsi que cela a lieu dans le baromètre anéroïde, le thermomètre métallique, etc. Les aiguilles des différents instruments, bien qu'entièrement indépendantes l'une de l'autre, tournent autour d'un axe commun, de sorte que leurs indications s'opèrent sur un même limbe circulaire. Le mouvement des aiguilles est calculé de manière que chacune, dans ses plus grands écarts, ne parcoure qu'une portion déterminée du limbe et ne puisse jamais, par conséquent, en rencontrer une autre. Si l'on veut, par exemple, enregistrer les indications de quatre instruments, un quart de cercle est disponible pour les déplacements de chaque aiguille. Chacun de ces quarts de cercle ayant reçu une division appropriée à l'instrument correspondant, on aura un cadran sur lequel pourra se faire la *lecture directe* de quatre instruments. Il ne s'agit plus que de transmettre cette lecture, par voie électrique, à une station éloignée, où elle devra s'inscrire automatiquement. A cet effet, le limbe divisé, en métal inoxydable (platine ou laiton doré), est construit de façon que les divisions s'y présentent en relief. A des intervalles réguliers, d'une heure ou d'un quart d'heure, suivant le désir du météorologiste, une aiguille, qui tourne autour de l'axe commun et dont la pointe en platine appuie par un ressort sur les reliefs du limbe divisé, parcourt rapidement le cercle entier. Si maintenant cette aiguille et le limbe divisé font partie d'un circuit électrique, le circuit sera fermé chaque fois que le ressort touchera les divisions en relief et, en outre, chaque fois qu'il touchera les extrémités, également métalliques, des quatre aiguilles des instruments, qui, pour éviter tout entraînement, sont pressées légèrement sur le limbe par un anneau au moment où doit se faire la lecture électrique. Telle est la disposition de l'observatoire solitaire, qui communique par un seul fil télégraphique avec l'observatoire central, d'où part le courant électrique qui règle à la fois la rotation périodique de l'aiguille à res-

sort et l'immobilisation momentanée des quatre aiguilles indicatrices. A l'observatoire central s'opère, isochroniquement avec la rotation de l'aiguille, la rotation d'un cylindre couvert d'un papier enduit de noir de fumée ; sur ce papier, un style, commandé par un électro-aimant, inscrit par des points les divisions des échelles et par de courtes lignes les indications des aiguilles des instruments. Après chaque lecture, le cylindre, ou bien le style, s'abaisse d'un demi-millimètre, pour être prêt à servir à la lecture suivante.

Bien que l'isochronisme de la rotation de l'aiguille à l'observatoire solitaire et de la rotation du cylindre à l'observatoire central ne soit pas une condition de rigueur, attendu que les divisions des échelles s'inscrivent en même temps que les positions des aiguilles, M. Olland a pourtant très-ingénieusement obtenu cet isochronisme, comme on peut le reconnaître en constatant, sur l'appareil exposé, que les indications des lectures successives sont placées tout à fait verticalement les unes au-dessous des autres.

M. de Baumhauer rappelle, en terminant, que dans la communication citée plus haut il a aussi indiqué comment pourraient être disposés, d'après le même principe, de petits observatoires qui, attachés à un ballon captif sans aéronaute, transmettraient au moyen de deux fils conducteurs inclus dans le cable l'état des divers instruments à l'observateur assis dans son cabinet.

DISCUSSION

M. Tarry fait remarquer que M. de Baumhauer paraît s'être préoccupé dans la construction de son météorographe universel, d'affecter à chaque partie du cadran de l'instrument un espace spécial à chaque aiguille pour qu'elles ne puissent pas se gêner mutuellement, il était pourtant facile de vaincre cette difficulté ; MM. Hulot et Naudet ont construit sur la demande de M. Tarry des baromètres holostériques dans lesquels l'aiguille motrice et celle des maxima et des minima ont le même pivot et parcourent tout le limbe du cadran. Ces instruments sont exposés au pavillon météorologique du Trocadéro.

M. le général de Nansouty se sert, au Pic-du-Midi, de thermomètres métalliques suisses dans lesquels la même disposition est adoptée. Cet instrument a l'avantage de ne pas se casser comme les thermomètres en verre.

M. J. SILBERMANN

Du Collège de France.

FONDATION D'UNE ÉCOLE INTERNATIONALE DE MÉTÉOROLOGIE A CATANE.

— Séance du 27 août 1878. —

Envoyé en mission par le Gouvernement en 1877 pour étudier, à proximité des volcans, les phénomènes météorologiques avant, pendant et après les éruptions, je reconnus de suite l'existence effective et la

corrélation intime des phénomènes volcaniques avec ceux de la mécanique céleste et je trouvai dans mes observations une précision et une richesse que je n'avais pas espérées.

Libre du choix de mes stations et de la durée de mes observations, je choisis de préférence l'Etna, à cause de sa grande élévation et de sa virginité en fait d'observations. Je restai aux aguets jour et nuit, du solstice d'été au solstice d'hiver et mon attente fut couronnée de succès, grâce aussi à l'obligeance de M. de Watteville, directeur des sciences et des arts, qui me fit obtenir cette mission et dont je lui garde bon souvenir et reconnaissance.

Voyant avec quelle précision se manifestait cette corrélation des phénomènes astronomiques avec les phénomènes éruptifs, tant au point de vue de l'intensité, du temps et de l'espace, ce qui ne peut se constater que près des grands cônes volcaniques, l'idée me vint qu'on pourrait utilement fonder au sommet de l'Etna un observatoire central international de météorologie relié télégraphiquement aux autres volcans de la péninsule, ainsi qu'une école internationale de météorologie où l'on étudierait tous les phénomènes volcaniques et leur corrélation avec les positions respectives des corps célestes.

Le 12 août 1877, notamment, m'étant rendu au sommet de l'Etna, je fus saisi d'admiration, en présence de l'incroyable richesse du Ciel étoilé, de l'activité des phénomènes volcaniques dans l'intérieur du cratère. J'ajouterai que nulle montagne n'offre un accès plus facile, on arrive sans le moindre danger au sommet avec assez de rapidité. En constatant l'extrême douceur des pentes du cône, la pensée que l'on pourrait y construire un chemin de fer me vint à l'esprit, il se ferait sans ponts ni tunnels, partant de la Maison des Anglais, à 500 mètres au-dessous du sommet du cône.

Les savants de Catane auxquels je soumis mon idée l'approuvèrent, ce chemin de fer établi économiquement conduirait à l'observatoire de l'ex-monastère des Bénédictins que l'on pourrait restaurer à peu de frais et que l'on mettrait à la disposition des savants excursionnistes pour y faire leurs observations. M. Tacchini qui vint à Catane en 1876 lors de la rentrée des cendres de Bellini, fit une proposition analogue aux illustres savants qui assistèrent ainsi que lui à la cérémonie, et fut favorablement accueillie de tous, même du gouvernement italien.

En 1877, lors de sa tournée d'inspection des observatoires météorologiques, M. Tacchini que j'eus l'honneur de voir à Catane, m'entretint de ses projets et voulut bien approuver celui que j'avais eu d'établir un observatoire international de météorologie volcanique et astronomique au sommet de l'Etna, point qui se prête admirablement aux recherches astronomiques, grâce à la pureté du ciel étoilé que ne sauraient offrir

les régions basses. Cependant une difficulté assez grave à résoudre serait de mettre les instruments à l'abri de la foudre qui y éclate avec une rage incroyable à chaque conjonction interplanétaire, lunoplanétaire et lunosolaire. Il faudrait établir un système de paratonnerres analogue à celui imaginé par M. Melsens pour l'hôtel de ville de Bruxelles.

Un chemin de fer au sommet de l'Etna offrirait à la science plus de profits et de bénéfices que celui établi de Lucerne au Righi.

M. MONTEIL

Secrétaire de la Commission météorologique du Morbihan.

TRAVAUX DE LA COMMISSION MÉTÉOROLOGIQUE DE VANNES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 27 août 1878. —

M. MONTEIL dépose sur le bureau de la section le bulletin imprimé des observations faites à la station de Vannes pendant 1877 et une partie de 1878; la commission météorologique départementale a établi deux autres stations, à Belle-Ile en mer et à l'Ile d'Arz, dans le golfe du Morbihan. Elle se propose d'établir un observatoire météorologique de premier ordre au sommet de la tour dite « du Connétable » mise à sa disposition pour cet objet par la Société polymathique du Morbihan; mais la commission météorologique ne disposant actuellement que d'un budget de cent francs par an, désirerait obtenir de la section un vœu tendant à intéresser l'Etat, le département du Morbihan et la ville de Vannes à l'œuvre qu'elle poursuit.

M. MONTEIL

Secrétaire de la Commission météorologique du Morbihan.

PRÉSENTATION D'UN ANÉMOGRAPHE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 27 août 1878. —

M. MONTEIL a imaginé un anémographe dont il présente le dessin et qu'il se propose de faire construire. Cet appareil se compose d'une girouette à laquelle est reliée par une lame flexible, une sphère creuse recevant l'action

du vent : la direction et l'intensité seront enregistrées au moyen de deux crayons appuyant sur une feuille de papier, celle-ci est enroulée sur un cylindre qu'un mouvement d'horlogerie fait mouvoir de bas en haut à l'intérieur de deux enveloppes dont l'une, supérieure, est entraînée par la girouette.

Mme la Baronne DE PAGES

MÉTÉOROGRAPHE ET CHRONOTHERMOMÈTRE DE PHILIPPE DE GIRARD.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

Mme LA BARONNE DE PAGES parle des instruments météorologiques inventés par Philippe de Girard, son oncle en 1829 et 1832, le météorographe et le chronothermomètre; ce sont les premiers instruments enregistreurs qui aient été construits et au moment où l'on se préoccupe des perfectionnements apportés aux instruments de cette nature, la nièce du célèbre inventeur, qui n'a cessé de faire d'actives démarches pour qu'on rende à Philippe de Girard la justice qui lui est due, a voulu mettre sous les yeux du Congrès de l'Association française les dessins de ces instruments, dont l'un décore une des arcades extérieures de la Banque de Varsovie depuis 1830, et les cahiers des observations faites avec leur aide en 1831 et 1832. Elle fait remarquer qu'en 1833 Philippe de Girard y introduisit précisément le perfectionnement que M. Von Baumhauer indiquait dans la précédente séance pour le météorographe universel construit par M. Olland en supprimant l'action directe de l'électricité sur le mécanisme. Les instruments de Philippe de Girard ont été soumis les 8 avril 1839 et 14 avril 1842 au jugement de l'Académie des Sciences de Paris, qui nomma une commission composée d'Arago, Savary et Boussingault, puis plus tard Babinet et Le Verrier pour les examiner et faire un rapport. Ce rapport n'a jamais été fait, mais Arago a publié de ces deux instruments une description dont Mme la baronne de Pages donne lecture.

C'est Philippe de Girard qui a eu le premier l'idée de placer de grands instruments météorologiques sur les monuments publics, idée qu'on a reprise à Paris depuis quelques années, et d'imaginer un instrument qui reproduisît d'une manière continue et synthétique toutes les variations des différents éléments météorologiques.

Le Père Denza, président d'honneur, annonce que cette semaine on a dressé dans une des galeries de l'Exposition universelle à l'entrée du Champ-de-Mars, la statue de Philippe de Girard sculptée par M. Guillaume et érigée par souscription nationale, dont un comité avait pris l'initiative dans le dépar-

tement de Vaucluse. Cette inauguration a eu lieu 33 ans ans après la mort de cet inventeur qui a doté la France d'un nombre considérable d'inventions, notamment de la machine à filer le lin, pour laquelle un décret du 12 mars 1810 avait promis un prix d'un million qui ne lui a pas été donné.

M. Pierre TACCHINI

Astronome à Palerme.

OBSERVATOIRE MÉTÉOROLOGIQUE DE L'ETNA.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. Tacchini donne des détails sur l'Observatoire astronomique et météorologique qui se construit, en ce moment, d'après ses indications, au sommet de l'Etna : ce projet remonte à 1871. En 1872, M. Yung, astronome américain, ayant fait des observations extrêmement remarquables à l'aide de grands instruments transportés sur de hautes montagnes, M. Tacchini a été encouragé à reprendre son idée à laquelle la France s'est associée en 1876. A cette époque, une commission est venue de Catane en France pour rapporter dans son pays les cendres de Bellini ; les Catanais firent appel aux savants de tous les pays, à cette occasion, et lors de la réunion qui eut lieu à cette époque, et dans laquelle de chaleureux remerciements furent adressés à la France pour l'accueil fait à la commission italienne. M. Tacchini a développé le projet de construction de cet Observatoire qui, en raison de cette circonstance, s'appellera : l'*Observatoire Bellini*. Grâce aux subsides fournis par les ministres de l'instruction publique et du commerce et par la municipalité de Catane, qui s'est entendue avec eux, la construction est commencée et l'Observatoire fonctionnera en 1879 ; il sera muni d'une grande lunette de Merz, dont l'objectif de 35 centimètres de diamètre est déposé en ce moment à Padoue où se construit la machine parallactique et possédera, plusieurs objectifs et oculaires, et tous les savants pourront venir en ce point élevé (3,000 mètres) faire des observations astronomiques et météorologiques sans être obligés d'y porter leurs instruments. On y jouira, au point de vue de la pureté de l'air et de l'étendue de l'horizon, des mêmes avantages qu'aux observatoires du Puy-de-Dome et du Pic du Midi, sans avoir les inconvénients du climat dont MM. Alluard et le général de Nansouty ont entretenu le Congrès dans les séances précédentes. M. Tacchini termine en insistant sur le caractère international que doit avoir cet Observatoire, et plusieurs membres font ressortir l'importance de cette création et expriment l'espoir que le fondateur et futur directeur de cet Observatoire, situé d'une manière si exceptionnelle, aura le moyen de mener à bonne fin une entreprise si utile aux progrès de l'astronomie et de la météorologie.

M. Pierre TACCHINI
Astronome à Palerme.

ORGANISATION DE LA MÉTÉOROLOGIE ITALIENNE.
(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. TACCHINI explique le mécanisme de la météorologie italienne, qui est d'autant plus intéressant à connaître, que cette organisation a servi de modèle au récent décret qui a organisé la météorologie française.

Il y avait en Italie des services météorologiques distincts dépendant du ministère de l'instruction publique pour les observations scientifiques, du ministère de l'agriculture pour les observations agricoles, du ministère de la marine pour les avertissements aux ports, et du ministère des travaux publics pour les crues des rivières et le service hydrographique.

Tous ces services fonctionnaient indépendamment les uns des autres et il y avait, dans les observations, des doubles emplois sans profit pour la science; on a eu l'idée de réunir ces forces éparpillées et le gouvernement italien a profité de la réunion du Congrès des sciences qui s'est tenu à Palerme en 1875, pour poser aux météorologistes italiens un questionnaire qui a servi de base au décret établissant un bureau central météorologique et un comité directeur composé de représentants de tous les ministères intéressés.

Dès sa première réunion, ce comité a décidé qu'avant tout il fallait créer une inspection sérieuse des stations italiennes pour savoir quelles étaient les ressources dont on disposait et les réformes à introduire dans l'organisation de ces stations, jusque là indépendantes. Cette inspection a été faite en 1877 et dans la troisième session du comité directeur qui s'est réuni à Rome du 22 au 27 novembre 1877, on a lu et discuté 63 rapports concernant les stations inspectées; on reconnut que 43 de ces stations étaient dans de bonnes conditions, que 14 avaient besoin de quelques améliorations et 6 seulement devaient être entièrement remaniées.

Le réseau s'étend en latitude du 36° au 47° degré; les plus élevées sont situées sur l'Etna à 3,000 mètres, sur le col de Valdobbia à 2,548 mètres et sur le Stelvio à 2,541 mètres, ces deux dernières dans les Alpes; sept stations vont être créées pour compléter le réseau des stations agricoles qui sera étendu sur toute la surface du royaume, et comprendra un millier de stations secondaires, dans lesquelles on n'observera que la température et la pluie.

Le réseau météorologique international comprendra 14 stations chargées de faire les observations simultanées et de fournir chaque jour les éléments nécessaires à l'étude de la marche des tempêtes, qui a pris depuis l'organisation du magnifique service des États-Unis une si grande extension.

M. Tacchini saisit cette occasion pour rendre justice aux avertissements transatlantiques organisés par le bureau météorologique du New-York-Hérald,

et dit que c'est dans cette voie, la marche des tempêtes et la découverte des grandes lois de l'atmosphère, que les météorologistes doivent marcher et concentrer tous leurs efforts, les études de détail et les avertissements à donner aux agriculteurs ne pouvant être fructueux que lorsque les phénomènes généraux seront mieux connus. Ainsi les avertissements aux marins rendent déjà de grands services, et on doit encourager toutes les tentatives faites pour leur donner plus d'ampleur, comme celle de la Chambre de commerce de Marseille, dont il a été question à la séance précédente.

M. D. RAGONA

Directeur de l'Observatoire royal de Modène.

NOUVEAU PLUVIOMÈTRE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL).

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. Ragona donne la description d'un pluviomètre de son invention qui fonctionne à l'Observatoire royal météorologique qu'il dirige à Modène. Le récipient est un cylindre de zinc de 74 centimètres de diamètre divisé intérieurement en 24 secteurs se réunissant sur l'axe central; un mouvement d'horlogerie placé à la partie supérieure fait tourner brusquement de 1/24 de circonférence toutes les heures la partie mobile de l'instrument, qui se compose d'un entonnoir de cuivre placé au centre, sous le tube qui amène la pluie, et d'un tube de cuivre recourbé qui verse successivement l'eau tombée dans 24 petits entonnoirs communiquant avec les compartiments intérieurs; le fond de chacun d'eux est incliné et à la partie inférieure se trouve un robinet en regard duquel est inscrite l'heure correspondante. Près du pied est fixé un vase mesureur en cristal divisé en centimètres cubes. Une disposition spéciale permet d'incliner le vase récepteur pour mesurer la pluie tombée, de manière à ce qu'il s'abaisse précisément sur le cylindre en cristal. Le collecteur qui reçoit l'eau de pluie est placé sur la terrasse de la tour de l'Observatoire royal, à environ 70 mètres d'altitude; c'est pour cela que M. Ragona a cru devoir donner un cylindre récepteur d'assez grandes dimensions. Chaque millimètre d'eau tombée sur le sol correspond à 325 millimètres cubes d'eau dans le pluviomètre, et chaque compartiment peut recevoir 30 millimètres de pluie.

En quarante ans, il est arrivé 6 fois à Modène qu'il est tombé de 30 à 35 millimètres d'eau en 1 heure et 2 fois il en est tombé de 32 à 38 en 1/2 heure; dans ces cas exceptionnels, l'observateur devra vider le cylindre plusieurs fois par heure. L'instrument qui vient d'être décrit a été mis en place le 1er juin 1878.

DISCUSSION

M. Symons pense que le pluviomètre décrit par M. Ragona donne des résultats bien préférables aux pluviomètres ordinaires, mais qu'il serait encore préférable d'obtenir des indications continues à l'aide d'un appareil enregistrant automatiquement la quantité d'eau tombée ; il suffit pour cela qu'il y ait dans le vase récepteur un flotteur qui communique son mouvement, à l'aide de deux poulies de renvoi, à un crayon appuyant sur une feuille de papier qui se déroule au moyen d'un mouvement d'horlogerie.

M. D. RAGONA

Directeur de l'Observatoire royal de Modène.

IMPORTANCE DES OBSERVATIONS RELATIVES A L'ÉVAPORATION

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. Ragona montre l'importance des observations relatives à l'évaporation, lorsqu'elles sont faites convenablement et réduites avec exactitude. Elles font connaître les rapports de la force d'évaporation, aux divers points de la surface du globe, avec les coefficients de l'humidité relative, de la température et de la force du vent, qui entrent dans l'expression générale de cette force. Il est arrivé, après de nombreuses observations, à trouver à Modène des coefficients peu différents de ceux que M. Tacchini avait déterminés à Palerme.

Pour arriver à ce résultat, M. Ragona a comparé entre elles les observations de l'évaporation faites à l'air libre et au soleil, qui sont les plus utiles et les plus importantes, avec celles qui sont faites à l'ombre et sous un abri ; à cet effet, il avait installé sur la même verticale, à 7 mètres de distance, un évaporomètre placé sous son abri météorologique, et un autre placé sur la terrasse à découvert ; 140 observations simultanées faites dans les conditions les plus diverses ont donné un rapport variant de 2,14 à 3,23, avec une moyenne de 2,883. Par conséquent, l'évaporation moyenne diurne à l'ombre et sous abri étant de 2,481, l'évaporation moyenne diurne à l'air libre et au soleil est 2 mil. 481 $\times$ 2,883 ou 7 mil. 153, ce qui, pour une année, donne $2^{m},611$ de surface d'eau évaporée.

DISCUSSION.

M. Tacchini, fait remarquer qu'en météorologie il faut soigneusement distinguer les recherches purement scientifiques de celles qui sont destinées à l'agriculture. Dans les deux cas, les conditions sont souvent très-différentes. Ainsi les petits tubes évaporométriques dont se servent la plupart des météorologistes ne peuvent pas donner des résultats applicables à l'agriculture ; pour savoir quelle devra être l'évaporation à la surface

d'un lac ou d'une étendue d'eau un peu considérable, il faudrait que la surface d'expérience eût au moins un mètre carré. C'est ainsi que M. de Lesseps a reconnu que l'évaporation sur les lacs salés de l'isthme de Suez était dix fois moins considérable que dans les instruments. Le Comité directeur de la météorologie italienne cherche à faire des expériences comparatives.

M. Tarry signale des expériences entreprises dans cet ordre d'idées par la Compagnie du canal du Midi et continuées actuellement par la Compagnie des chemins de fer du Midi, fermière de ce canal.

L'alimentation du canal du Midi est faite au moyen de deux vastes réservoirs établis par Riquet dans la Montagne noire, ce sont les bassins de Lempy et de Saint-Ferréol. Ce dernier, situé près de Sorrèze, a une surface de 8 hectares, et l'évaporation y est mesurée chaque jour. Elle est la différence entre la quantité d'eau entrée dans le réservoir par un bief à section rectangulaire, dont le débit peut être déterminé avec assez d'exactitude, et la quantité d'eau sortie pour l'alimentation du canal du Midi par des robinets dont le débit est également connu. Ces chiffres sont relevés chaque jour par un garde éclusier sur des bulletins imprimés qui sont envoyés au Directeur, à Toulouse. L'évaporation est en outre mesurée sur un réservoir en maçonnerie d'un mètre carré de superficie exposé à l'air libre, ce qui constitue un évaporomètre bien autrement sérieux que les petits tubes de verre dont la section est dix mille fois moindre et sert de terme de comparaison. Du reste, il y a une vérification qui donne la mesure de l'exactitude de ces opérations. Un barême spécial donne, par tranches d'un décimètre de hauteur, la superficie et le volume d'eau contenu dans le bassin qui contient 3 millions de mètres cubes d'eau lorsqu'il est plein. Chaque jour, on calcule la quantité d'eau qu'il contient, et tous les trois ans on le vide entièrement, au moyen d'une vanne de fond, de sorte que la quantité d'eau qui s'écoule à ce moment doit être égale à celle qui était indiquée par les derniers bulletins si la quantité perdue par l'évaporation, a été bien calculée.

M. Symons, directeur du *Monthly Meteorological Magazine*, donne des détails sur les évaporomètres usités en Angleterre, où on en a observé pour la première fois qui avaient de grandes dimensions. Il a fait des expériences avec des évaporomètres de dimensions différentes et toujours les petits ont donné beaucoup plus d'évaporation que les grands, parce que dans les premiers l'eau s'échauffe beaucoup plus.

Il a de même observé la température de l'eau dans les divers appareils ainsi que dans un cours d'eau, et il a trouvé que la température de l'eau contenue dans une caisse en fer de quatre mètres carrés affleurant au niveau du sol, différait peu de celle des cours d'eau. L'influence des bords est considérable, et quant aux observations sur un grand bassin, elles présentent cette difficulté, qu'on n'est jamais bien certain qu'il n'y a pas eu d'infiltration. Il signale à l'attention des météorologistes un ouvrage sur ce sujet de M. Collin, intitulé : *l'Atmidométrie*.

M. TREMESCHINI

LE THERMOMÈTRE UNIMÉTALLIQUE

— *Séance du 28 août 1878.* —

J'ai été frappé, messieurs, de l'espèce de désaccord et de contradiction qui existe, d'une part, entre les observations des savants les plus éminents, parmi lesquels Tyndall et Wells, constatant qu'un *thermomètre de verre, suspendu dans l'air, ne donne pas la température de l'air*, et, d'autre part, les recommandations pressantes des savants météorologistes, chargés de la direction des réseaux nationaux ou internationaux, aux météorologistes observateurs. Ces recommandations peuvent se formuler ainsi : « *Envoyer les données de la température avec la plus grande précision possible, c'est-à-dire en degrés et dixièmes.* » Des dixièmes ! ! ! alors que les écarts, les erreurs d'un thermomètre de verre, au dire de Tyndall, s'élèvent à plusieurs degrés.

Ai-je besoin de rappeler que l'emploi du thermomètre à fronde, le seul moyen de restreindre les chances d'erreurs, est absolument impraticable pour la généralité des observateurs, surtout dans les campagnes ?

M'inspirant des travaux de ces mêmes savants, j'ai pu m'assurer qu'*une lame droite* de métal, de laiton, cuivre jaune laminé dur, disposée, s'il était possible, de manière à constituer un thermomètre, serait l'unique solution du problème.

De là, mon thermomètre unimétallique, platiné, construit il y a cinq ans, et dont le succès a pleinement justifié mes prévisions. (Voir les rapports de l'Observatoire, signés de l'éminent directeur, M. Mascart.) Mais, malheureusement, le succès de cet instrument mettait en défaut, dans une de ses lois, la science enseignée dans toutes les écoles, y compris l'Ecole polytechnique.

Oui, messieurs, une des lois physiques admises dans l'enseignement officiel est *incomplète ! ! !*

C'est celle qui affirme qu'une lame métallique, dilatée par la chaleur, ne revient pas à ses dimensions normales, après avoir été ramenée à sa température initiale.

Or, les faits viennent prouver, depuis cinq ans, que cette loi, vraie quand il s'agit de température dépassant une certaine limite variable suivant les métaux, est absolument fausse lorsqu'il s'agit, par exemple, de 100° centigrades pour le *cuivre laminé*.

La constatation de cette vérité scientifique présente, vous le voyez, une remarquable importance, et les progrès de la météorologie sont directement intéressés à ce qu'elle se produise au grand jour.

C'est pour cela, messieurs, que j'ai sollicité l'honneur de la parole et votre bienveillante attention, et je prie l'Association française pour l'avancement des sciences, dont le but est précisément la vérité et la lumière, de vouloir bien inviter les savants à se rendre compte des *faits* par eux-mêmes. Dans ce but, je me fais un devoir d'assurer en même temps l'Association que je me mets entièrement à sa disposition pour lui faciliter cette tâche, à l'aide d'expériences concluantes.

Vous jugerez, messieurs, quelle importance doit avoir, au point de vue des observations météorologiques, l'opportunité de cette découverte. Encouragé, en effet, par cette pensée, je suis parvenu à faire construire, par la maison Clerget et Soyer, des baromètres anéroïdes, dignes, cette fois, du nom de baromètre, et je regrette que le savant, M. Marié-Davy, ne soit plus dans cette enceinte pour attester, dans la plénitude de son impartialité, les résultats obtenus à Montsouris. Le rapport signé de M. Marié-Davy, en date du 2 juillet dernier, prouve que le baromètre, soumis à l'élévation énorme de 90° centigrades et à de brusques pressions artificielles, est sorti victorieux de toutes ces épreuves.

En terminant, messieurs, qu'il me soit permis de faire une digression qui n'en est pas une, puisqu'il s'agit de l'application d'une découverte dont le succès intéresse directement l'Association française pour l'avancement des sciences.

Mettant à profit les propriétés de mon thermomètre instantané, j'ai pu résoudre le problème de la construction d'un pyromètre exact, précisément parce que le thermomètre est instantané. Voici comment:

Au lieu de plonger immédiatement la lame impressionnable de l'instrument dans le milieu même à observer, ce qui l'aurait détériorée; au lieu de cela, dis-je, je l'ai tout simplement placée à une distance préalablement calculée, d'un lingot métallique (platine ou cuivre rouge) destiné à servir de véhicule à la chaleur du milieu incandescent à observer. Me basant en même temps sur les deux lois du rayonnement de la chaleur (en raison directe de l'intensité et en raison inverse du carré de la distance), j'ai pu obtenir des mesures constamment et rigoureusement exactes, la lame thermométrique n'étant alors influencée que par un maximum de température de 80° centigrades, quoique le lingot fût chauffé à 1,000° et plus.

Et cependant, messieurs, alors même qu'un de ces pyromètres fonctionne d'une manière irréprochable à l'Exposition universelle, *annexe* de la *classe 84*, parmi les appareils de M. Dulac, tous nos ingénieurs en nient formellement la possibilité, toujours en mettant en avant cette

loi, j'allais dire ce dogme, dont le maintien arrête la marche si importante des sciences physiques.

Un dernier exemple, messieurs, sur lequel je n'insisterai pas; jusqu'à présent, dans les ascensions aérostatiques, pour rentrer dans le domaine de la météorologie pure, des erreurs colossales, pour ainsi dire, se produisaient dans les relevés de température, au moment du passage rapide à travers les couches multiples de l'atmosphère.

L'absence d'instantanéité des indications thermométriques avait pour effet de ne fournir, veuillez me pardonner l'expression, que des *résidus* des températures plusieurs minutes avant l'observation.

M. HERMARY

Capitaine d'artillerie.

PRÉSENTATION D'UN BAROMÈTRE ABSOLU (1).

— Séance du 28 août 1878. —

M. COUSTÉ

Ancien Directeur de la Manufacture des tabacs

LES TOURBILLONS ATMOSPHÉRIQUES.

— Séance du 28 août 1878. —

Les tourbillons jouent un rôle prédominant dans les grands mouvements de l'atmosphère et dans la plupart des météores aqueux.

Je me propose d'examiner :

1° L'origine et le mode de formation des tourbillons ;

2° La manière dont ils se développent et parcourent leurs évolutions, en général ;

3° La manière particulière dont ils agissent dans les météores que nous appelons *trombes* et *cyclones*.

(1) Ce travail est publié *in extenso* à la section de physique, p. 318.

Définition dynamique du tourbillon, en général.

Le tourbillon exige deux forces permanentes; l'une parallèle à un axe, qui est l'axe de gyration, et l'autre perpendiculaire audit axe et rotative.

L'axe peut être diversement incliné; mais les tourbillons à axe vertical ou à peu près vertical, offrent seuls de l'intérêt en météorologie, les autres étant de trop courte durée.

Dans les tourbillons atmosphériques à axe vertical, la gyration est essentiellement ascendante.

Origine et mode de formation des tourbillons.

Les tourbillons à axe vertical naissent de l'action calorifique des rayons solaires sur l'eau globulaire des nuages. Ils passent par une phase embryonnaire, dans laquelle ils possèdent, à l'état rudimentaire, la même organisation qu'ils ont pendant toute leur existence.

Voici comment :

Que, dans une atmosphère calme, un faisceau de rayons solaires tombe normalement en A, sur un cumulus (dans l'hémisphère boréal); aussitôt se produit au dit point un courant vertical ascendant de vapeur et d'air. Au bout d'un instant, le soleil a tourné et le faisceau tombe en A_2, à l'ouest de A_1; un autre courant se fait, qui tend à s'élever verticalement, mais, à côté du premier, il s'infléchit sur celui-ci, c'est-à-dire de l'ouest à l'est, en allant d'abord vers le sud. Après un second instant, un troisième courant se fait en A_3, qui s'infléchit sur les deux autres, et ainsi de suite; et, au bout d'un temps assez court, les courants partiels accomplissent un tour entier de l'ouest à l'est, en passant par le sud. Et voilà formé l'embryon d'un tourbillon.

Grâce au calme, l'embryon peut subsister pendant un certain temps très-court. S'il a la chance de trouver immédiatement et très-près de lui un nuage dans lequel il pénétrerait, il pourra se développer de la manière suivante :

Le mélange de vapeur et d'air qui gyre dans le petit tourbillon, s'échauffe par le frottement et devient apte à dissoudre une plus forte dose de vapeur. Or, par tous les points de la surface du tourbillon, s'échappent des filets de gaz (que j'appellerai *filets radiants*), à cause de la force centrifuge due à la gyration et à l'excès de la pression intérieure sur celle du dehors. Ce gaz trouve, dans le susdit nuage, de l'eau extrêmement divisée et par conséquent très-apte à être dissoute. Il en résulte un courant de vapeur et d'air à l'entour du tourbillon, qui opère à l'intérieur de celui-ci un tirage qui amène une nouvelle quantité d'air, laquelle ajoute à la gyration..., et ainsi de suite.

On voit que le nuage supérieur alimente l'action du tourbillon, c'est pourquoi je l'appelle *nuage alimentaire.*

Sens de la gyration.

On voit aussi que la gyration a commencé dans une direction contraire au mouvement apparent du soleil, ou en *sens contraire des aiguilles d'une montre,* ou *de droite à gauche* ou *sinistrorsùm.* Il n'y a pas de raison pour qu'elle change de sens; et au contraire, il y a des motifs, pour qu'elle se maintienne; car l'air appelé arrive à la base en filets centripètes, c'est-à-dire dirigé exactement vers le centre; mais trouvant à la circonférence de cette base une masse déjà gyrante, ils sont un peu déviés dans le sens de la gyration et choquent, par conséquent, la masse excentriquement et ajoutent ainsi à la gyration.

Si la génération que nous venons de décrire s'était faite sur l'hémisphère austral, on voit que le faisceau solaire aurait tourné en sens contraire, c'est-à-dire de l'est à l'ouest, en passant par le nord; et par conséquent la gyration aurait eu lieu dans le même sens que le mouvement apparent du soleil; soit en *même sens que les aiguilles d'une montre;* soit *de gauche à droite* ; soit *dextrorsùm.*

Ainsi, les tourbillons qui naissent dans l'hémisphère boréal sont de gyration *sinistrorsùm,* et ceux qui naissent dans l'autre sont de gyration *dextrorsùm.*

Multiplicité des tourbillons embryonnaires.

Tant que le soleil est sur l'horizon et qu'il existe des nuages, il se produit à chaque instant des myriades de tourbillons embryonnaires, qui, le plus souvent, avortent immédiatement, soit par suite d'une agitation, même faible, dans l'atmosphère, soit parce que l'action solaire n'a pas été assez énergique, soit parce que le nuage alimentaire ne s'est pas trouvé à portée.

L'action indirecte de la chaleur solaire produit aussi des tourbillons qui sont, eux, ou sinistrorsùm ou dextrorsùm dans le même hémisphère; mais ils avortent, dès la naissance, parce qu'ils sont de trop faible constitution. En fait, on n'a jamais vu de météore tourbillonnaire où la gyration ait été contraire à la loi ci-dessus.

Propriétés du tourbillon.

Il éprouve une rotation d'ensemble autour de l'axe, en sens inverse de la gyration. Ce mouvement a été parfaitement constaté dans la trombe de Königswinter.

Il éprouve des oscillations verticales, descendant lorsque l'énergie de la gyration augmente, remontant lorsqu'elle diminue; par cette propriété

on s'explique comment une trombe sévit avec fureur en un endroit et sera inoffensive dans un autre endroit du voisinage où elle passera.

Il se transporte parallèlement à lui-même avec une vitesse qui varie depuis celle d'un piéton, jusqu'à celle d'un train rapide de chemin de fer. La trajectoire est une courbe dont le centre de courbure est situé à droite dans l'hémisphère boréal, et à gauche, dans l'autre; l'observateur étant supposé suivre le tourbillon. La courbure augmente ou diminue avec l'énergie de la gyration. Les éléments de la courbe ont toujours l'un des côtés de l'angle de contingence dans la direction du vent qui règne, composée avec celle du vent factice qui naît de la translation. Le vide que le sillage tend à former derrière le tourbillon, diminue la courbure, augmente la vitesse de translation et celle de rotation d'ensemble.

Contexture du tourbillon.

La masse de gaz qui gyre dans le tourbillon est disposée en filets héliçoïdaux, serrés les uns contre les autres par des forces centripètes qui naissent des conditions mêmes du mouvement. Elle est séparée de l'air ambiant par une surface qui est aussi une conséquence des mêmes conditions du mouvement.

Rationnellement, le tourbillon devrait être composé d'une série de tubes concentriques, formés chacun d'un système de *filets héliçoïdaux* et d'un système de *filets radiants*. Dans les trombes marines, on aperçoit assez souvent trois de ces *systèmes doubles*. On les a observés aussi dans la trombe de Königswinter, qui fut successivement trombe de terre puis trombe d'eau, puis, une seconde fois, trombe de terre, et finalement trombe d'eau. Mais, en général, il n'existe qu'un seul système double, les autres étant détruits par le *vent factice*.

Toutes ces propriétés se déduisent rationnellement de ce seul principe f ndamental, qu'il y a *gyration ascendante autour d'un axe vertical*.

Elles fournissent l'explication des nombreuses particularités remarquables que présentent la propagation et les effets des trombes et des cyclones et suggèreront vraisemblablement des moyens d'atténuer les désastres que causent ces météores.

Cyclones.

Je parlerai des cyclones, qui sont les météores qu'il importe le plus de connaître, et spécialement des cyclones de l'océan Atlantique boréal, desquels nous recevons souvent les dernières atteintes sur les côtes occidentales de l'Europe.

Ils naissent généralement dans la région équinoxiale de l'Atlantique, à des latitudes entre 10 et 15°. Ils décrivent une courbe parabolique, dont

le sommet est dans le voisinage de la côte orientale des Etats-Unis et dont la seconde branche s'étend quelquefois jusqu'à l'un des points situés entre le golfe de Gascogne et le cap Nord.

Dans un cyclone, l'organe qui imprime à chaque instant le mouvement, c'est un tourbillon, une grande trombe, qui a pris naissance à une altitude élevée, et au-dessus des mers.

La région de l'Atlantique équinoxial, où passe la branche du Gulf-stream, qui remonte du cap Saint-Roch (au Brésil), le long des Guyanes, de la Nouvelle-Espagne, des côtes du Mexique et des États-Unis, cette région, dis-je, est très-favorable à la naissance et au développement du tourbillon particulier des cyclones dont il s'agit : les nuages y abondent, favorisés par le Gulf-stream ; ils s'y tiennent à une grande altitude. De plus, le calme y règne souvent et s'y maintient longtemps.

Dès ses premiers mouvements, le cyclone naissant se dirige vers l'ouest, puisqu'un tourbillon marche toujours contre le vent; et, en temps de calme, le vent régnant dans ces parages doit être nécessairement une très-légère brise d'ouest, déterminée par l'appel du Sahara.

Comme le tourbillon n'absorbe que de l'air placé au-dessus d'une mer relativement chaude, et par conséquent mêlé de vapeur d'eau, il sera d'une énergie faible et prendra rapidement un grand volume par suite de la dilatation causée par la chaleur de la gyration. On voit souvent des cyclones ayant acquis, après un ou deux jours de développement, trois à quatre cents kilomètres de diamètre, atteindre huit cents kilomètres lorsqu'ils arrivent dans nos parages d'Europe. Une trombe de un millier de mètres, de diamètre à la section la plus étroite de sa base inférieure, suffit pour actionner cet immense météore.

Lorsque le tourbillon arrive près de la côte mexicaine ou américaine, il aspire, en partie, de l'air plus sec, qui lui vient du continent. Aussitôt l'énergie de gyration augmente ; il descend vers le sol ; et par le fait de ces deux circonstances, il développe sur la mer et sur la côte des effets mécaniques plus violents.

Mais, en même temps, la courbure de la trajectoire augmente, et cela tellement presque toujours, que le cyclone est reporté en pleine mer.

Dès lors, il n'aspire plus que de l'air humide ; par suite, l'énergie reprend sa valeur primitive ; le tourbillon remonte et traverse l'Atlantique, se dirigeant presque en droite ligne vers les côtes septentrionales de l'Europe.

Si, dans ce long trajet, il ne s'écarte pas trop du Gulf-stream, il a des chances de trouver sur sa route des nuages alimentaires, et alors il parvient jusqu'en Norwège ou aux Iles Britanniques, où généralement il arrive épuisé et ne donnant plus lieu qu'à de faibles dépressions (ces dépressions, que nous signalent les observations de Valentia, de Copenha-

gue, d'Helsingfors et autres, et qui sont annoncées souvent trois ou quatre jours d'avance par le « Signal Office » de New-York).

Ces cyclones décrivent donc une sorte de parabole dont le sommet est situé près de la côte orientale américaine. Suivant que le lieu du sommet est plus ou moins bas en latitude, la trajectoire est moins ou plus inclinée sur les méridiens qu'elle traverse, et le cyclone nous aborde à une latitude plus ou moins élevée.

Mais il arrive souvent, surtout quand la trajectoire est un peu inclinée, que le cyclone, s'éloignant ainsi du Gulf-stream, ne trouve plus de nuage alimentaire et s'évanouisse C'est ce qui explique comment les avertissements du « Signal Office » pour les cyclones qui devraient hanter nos côtes, ne réussissent guère qu'une fois sur deux.

M. de TOUCHIMBERT

Président de la Société d'agriculture, belles-lettres, sciences et arts de Poitiers.

LES COURANTS AÉRIENS.

— *Séance du 29 août 1878.* —

La météorologie n'a pas de meilleurs adeptes que ceux qui étudient la nature et, par contre, elle n'a pas de plus rudes adversaires que les purs théoriciens.

Les études de cabinet, avec toutes les ressources de la physique et de la chimie, entrainent souvent à des assimilations contraires à la vérité naturelle des faits : la grandeur et la complexité des phénomènes atmosphériques ne sauraient être comparés aux petites expériences faites dans nos laboratoires.

Les ascensions aérostatiques n'ont pas donné jusqu'ici les résultats qu'on pouvait en attendre. La mobilité du ballon, sa vitesse ascensionnelle inégale à travers les couches atmosphériques, sa dépendance du courant dans lequel il est plongé, ne permettent pas aux observateurs de se rendre un compte exact des phénomènes qui les entourent.

Les observations de montagnes se bornent à des études de climatologie et s'il est vrai comme l'affirme M. Tissandier, que, les courants aériens suivent, dans une proportion qui reste à définir, les reliefs du sol, il en résulte que l'observateur dans les montagnes n'est pas sensiblement mieux placé, pour l'étude des courants aériens, que l'observateur de la plaine.

Je crois donc que pour étudier les grands phénomènes de l'atmosphère, il n'est pas besoin de s'élever à des altitudes considérables et que partout on peut trouver des lieux d'observation aussi satisfaisants que possible. Cependant, les contrées méridionales présentent des conditions très-favorables, à cause de la transparence de l'air et peut-être aussi eu égard à la proximité des causes initiales des phénomènes météorologiques.

J'ai eu l'avantage d'étudier les courants nuageux aériens sous diverses latitudes et à des altitudes différentes. En France d'abord, ensuite sur mer pendant de longues traversées à la voile d'Europe en Amérique et surtout aux Antilles où j'ai séjourné trois années.

Dans ces différentes positions géographiques, j'ai toujours constaté les mêmes phénomènes en ce qui concerne les courants aériens.

Sous les tropiques, dans les dernières régions nuageuses de l'atmosphère, on rencontre fréquemment d'immenses traînées nuageuses, ayant la forme de queues cométaires ou d'épées gigantesques, et dirigées d'un pôle magnétique à l'autre. M. de Humboldt a décrit dans son *Cosmos* ces sortes de nuages qui ont reçu le nom de bandes polaires. En France on voit parfois ces bandes polaires, mais ce spectacle est rare ; le plus ordinairement, les nuages les plus élevés sont les cirri.

Sous ces bandes polaires et sous les cirri s'étagent parfois trois ou quatre courants aériens et dans les positions qui suivent :

1° Tous les courants sont sensiblement parallèles entre eux et se dirigent dans le même sens;

2° Tous les courants sont sensiblement parallèles entre eux et se dirigent en sens contraire en alternant;

3° Tous les courants sont sensiblement parallèles entre eux et se dirigent en sens contraire par couple de deux ; c'est-à-dire que les deux plus élevés marchent dans le même sens, et les deux plus près de terre dans le même sens, mais en sens contraire aux deux premiers ;

4° Tous les courants sont sensiblement perpendiculaires entre eux.

Tous ces courants forment dans la verticale des systèmes séparés par un vide relatif de l'air ; il en est de même dans l'horizontale.

Le ciel présente depuis le zénith jusqu'à l'horizon sensible une série de ces traînées nuageuses ordonnées suivant une des quatre positions que nous venons d'indiquer et espacées entre elles par des bandes libres de toute vapeur visible, plus ou moins distantes des traînées nuageuses (1). Au zénith cette séparation est apparente mais mal définie, tandis qu'à mesure qu'on regarde vers l'horizon, les traînées nuageuses sont parfaitement délimitées par des lignes courbes et les intervalles clairs

(1) Les vapeurs invisibles contenues dans l'atmosphère, en se transformant en nuages occupent un moindre espace, d'où l'intervalle qui existe entre chaque traînée nuageuse.

disparaissent de plus en plus sous l'effet de la perspective. Lorsque cet arrangement n'existe pas, cela tient à ce que la lutte est vivement engagée entre tous les courants et que le mauvais temps approche ou est déjà venu.

Dans toutes les positions des traînées nuageuses le courant supérieur ramène tous les courants inférieurs à sa direction, si bien que lorsqu'on peut apercevoir la direction du courant supérieur, on peut préciser la direction que prendra prochainement le courant inférieur. En été ces changements de direction ont lieu très-rapidement, en hiver il faut douze ou quinze heures pour qu'ils se produisent.

Les changements de direction, sous la dépendance du courant supérieur, se font par étages de courants aériens : le plus élevé ramène à sa direction celui qui est immédiatement placé au-dessous de lui ; celui-ci agit de la même façon à l'égard de celui qui est immédiatement au-dessous de lui et ainsi de suite jusqu'au courant de terre.

Ce travail s'opère sous les yeux de l'observateur et on peut en suivre facilement toutes les phases, surtout dans les derniers courants aériens placés les plus près de nous. Ces luttes offrent à l'observateur attentif un spectacle très-intéressant et des plus grandioses.

Prenons deux courants de cumulus pour exemple et supposons qu'ils sont parallèles et marchent en sens contraire. Dès que les masses nuageuses de ces deux courants sont en présence et cherchent à se superposer, on constate une hésitation dans leur marche et un temps d'arrêt, bien marqué, se forme.

Si le nuage inférieur présente des flocons légers à sa partie antérieure, on les voit se contourner comme la vapeur qui sort des cheminées de nos machines puis se fondre et disparaître entièrement.

Les deux nuages s'abordent sans se toucher, conservent leur distance et sont refoulés par les masses qui les suivent.

Le nuage inférieur trahit de suite sa faiblesse, il cherche une issue en prenant une direction contraire, mais les traînées de même étage qui l'avoisinent le maintiennent dans sa voie normale et il perd dans cette manœuvre une partie de sa force et de sa matière aqueuse. Pendant ce temps le nuage supérieur, après avoir vu fondre quelques-unes de ses vedettes avancées se tient ferme, recule parfois, mais reprend vite l'offensive; ses crêtes arrondies roulent les unes sur les autres dans la direction imprimée au courant, comme si elles se distendaient; il gagne du terrain à l'avant sans que la partie postérieure se déplace, puis la traînée entière reprend sa marche.

Si le nuage inférieur n'a pas pu échapper à l'influence du nuage supérieur et qu'il soit sensiblement moins volumineux que lui, il se contourne et ses bribes, les plus voisines de son adversaire, s'unissent au

courant supérieur en prenant la même direction que lui ; dans ce cas il paraît s'être dédoublé et l'opacité du nuage supérieur augmente visiblement.

Si le nuage inférieur se présente avec une grande masse, il passe au-dessous du supérieur sans éprouver de fortes pertes et le dépasse pour livrer de nouveaux combats, mais sort amoindri dans son volume à chaque lutte et se fond ou disparaît après de nouveaux engagements.

Le courant supérieur cumulus a dès lors ramené son inférieur à sa direction.

Cette lutte a lieu à tous les étages des traînées nuageuses, toutes les fois que le courant le plus élevé, composé de bandes polaires ou cirri ne marche pas dans la même direction que le courant de terre. Toutefois l'engagement n'a lieu qu'entre les courants qui ne suivent pas la même direction.

La distance entre les traînées nuageuses ne paraît pas diminuer lorsqu'elles sont en présence ; il n'y a jamais d'abordage direct, c'est donc par influence que les courants sont modifiés.

Toute théorie qui ne tiendra pas compte de ces phénomènes n'apportera aucun progrès aux études météorologiques.

Le courant ascendant existe sous la première traînée, c'est-à-dire celle qui est la plus proche de la terre, mais il ne saurait sans être vu traverser les trois ou quatre autres traînées nuageuses. Et s'il avait la force ascensionnelle qu'on veut lui attribuer jusqu'aux limites de l'atmosphère, le baromètre sous les tropiques aurait des oscillations de jour et de nuit très-accentuées. Or, on sait qu'elles sont à peine sensibles et que la moindre dépression indique la venue d'un cyclone. Sur les hautes montagnes le thermomètre descend parfois à 12 ou 13 degrés centigrades au-dessous de zéro. Dans ces conditions le courant ascendant devrait se produire énergiquement et le baromètre présenter de grands écarts. Rien de tout cela n'existe sous les tropiques, le baromètre est presque invariable sur le bord de la mer comme sur les plus hautes montagnes.

Si le courant ascendant se borne à un remous dans les couches inférieures et si le courant supérieur dirige tous les autres courants, il faut chercher dans les sphères les plus élevées l'explication des phénomènes météorologiques.

Le soleil paraît être le grand ordonnateur de toutes ces mystérieuses évolutions.

Si j'osais hasarder une théorie, je dirais très-timidement que j'ai cru voir souvent dans ces phénomènes une superbe application des lois d'Ampère sur l'électrodynamie.

Si ces lois existaient, les orages, les grêles qui suivent des trajectoires

définies et parfois sur plusieurs lignes parallèles très-espacées, telles que celle de l'orage de 1789, trouveraient une explication dans l'ordonnancement de ces traînées nuageuses.

Les trombes, les cyclones ne pourraient-ils pas aussi être le résultat d'une manifestation rapide dans la transmission du mouvement, partant du courant supérieur et se transmettant aux courants inférieurs?

On voit assez souvent en France d'immenses bandes nuageuses allant d'un pôle à l'autre et qui s'échappent d'une couronne blanche située au pôle nord magnétique; sauf les brillantes couleurs de l'aurore, ces nuages simulent parfaitement une aurore polaire. Plusieurs observateurs ont été témoins de ce spectacle et on a constaté fréquemment une concordance entre ce phénomène et celui des aurores boréales. Ce spectacle toutefois ne s'est présenté à mes yeux que le matin au lever du soleil, ce qui m'a fait penser qu'il pouvait être la dernière manifestation visible d'une aurore puissante apparue la veille au pôle boréal.

L'aurore boréale blanche dure assez longtemps; elle est toujours remplacée par des cirri qui conservent d'abord sa forme, puis bientôt toute trace aurorale disparaît.

Cet arrangement nuageux est, comme l'aurore boréale, l'indice d'une profonde modification atmosphérique.

Les luttes que je viens de décrire, entre les courants aériens, sont très remarquables, lorsque les cirri auroraux disparaissant, font place aux courants électrodynamiques des courants aériens.

Le soleil et la terre formeraient-ils un électro-aimant? je questionne et refoule des idées théoriques que je ne saurais assez appuyer et je demande aux observateurs qui suivent nos travaux de s'attacher à l'étude des courants aériens, parce que je reste persuadé que la découverte des lois qui régissent ces courants sera un immense progrès pour la météorologie.

Nous étudions les cyclones, les bourrasques, les trombes dans leurs dernières manifestations; nous avons acquis des données sérieuses sur ces phénomènes; il serait temps de les relier synthétiquement à ceux que présentent les courants supérieurs, afin de connaître l'action commune des uns et des autres dans ces grandes manifestations de la nature.

On ne saurait supposer que les cyclones, les bourrasques et les trombes restent confinés dans les couches atmosphériques les plus voisines du sol. La grande vitesse des courants supérieurs est visible, les aéronautes l'ont d'ailleurs souvent constatée. Et le calme relatif qui succède dans les hautes régions aériennes, aux déchaînements des vents donne à penser que ces phénomènes ont pris naissance dans les régions des bandes polaires et des cirri.

L'étude des bandes polaires dans les Antilles a permis d'annoncer plusieurs cyclones.

Il nous semble que le moment est venu d'étudier partout l'arrangement des courants aériens. Cette étude est pénible, fatigante pour les yeux; un appareil qui obvierait à cet inconvénient serait une précieuse découverte.

Le Père DENZA

Directeur de l'Observatoire de Moncalieri.

ANÉMOGRAPHE ENREGISTREUR.

— *Séance du 29 août 1878.* —

Le Père Philippe CECCHI

Des Écoles Pie.

NOUVEAU MODÈLE DE SISMOGRAPHE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

Le Père DENZA présente au nom du Père CECCHI un travail comprenant la description d'un nouveau modèle de sismographe (1) et l'exposé de recherches originales.

Dans une série d'expériences, l'auteur a cherché quelle était l'influence d'une secousse déterminée, appliquée au point de suspension d'un pendule librement suspendu, et portant une pointe destinée à laisser une trace sur un papier noirci situé au dessous : la trace forme une courbe complexe, sorte de spirale elliptique, dont la direction de l'axe est nettement visible. Mais cette direction est insuffisante pour permettre de déduire les éléments relatifs à la secousse qui a donné lieu à cette spirale.

L'auteur décrit ensuite un nouveau sismographe qu'il a imaginé et fait construire dans lequel les indications sont fournies par un tracé sur des papiers

(1) *Sismografi a carte affumicate fisse del P. Filippo Cecchi, delle scuole Pio.* Florence, 1877.

noircis fixes. Avec cet appareil on peut recueillir, à la suite d'une secousse, les renseignements suivants :

1° Si le mouvement a été ondulatoire, on aura le sens et la direction de la première secousse, ainsi que l'indication des autres secousses de même direction.

2° Quels ont été les divers groupes de secousses ondulatoires et la force de chacune d'elles.

3° S'il y a eu une secousse en *sursaut*, on pourra connaître l'intensité et savoir si elle est de bas en haut ou de haut en bas.

4° On pourra savoir si la secousse ondulatoire est arrivée avant ou après le sursaut ou s'il y a eu simultanéité, ou enfin si la secousse a été oblique à l'horizon.

° Enfin on aura l'heure précise à laquelle la secousse aura eu lieu.

M. de SAINT-MARTIN

Ancien Capitaine au long cours, à Saint-Jean-de-Luz.

DU PLUVIOMÈTRE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. DE SAINT-MARTIN adresse une table destinée à corriger *l'inclinaison de la pluie* et à ramener la pluie recueillie dans le pluviomètre à ce qu'elle aurait été si l'axe de cet instrument eût été parallèle à la direction de la pluie.

DISCUSSION.

M. le PRÉSIDENT fait observer que ce qui intéresse l'agriculture c'est précisément la quantité d'eau qui tombe sur une surface déterminée du sol, quelle que soit l'inclinaison ; il ne semble donc pas que la remarque de M. de Saint-Martin ait une utilité pratique.

M. VIGUIER

Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier.

INDICATION D'UNE ÉTUDE CRITIQUE DE LA GRÊLE.

(EXTRAIT.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

Insuccès rencontrés jusqu'ici dans l'étude de la grêle. — Les insuccès que l'on a rencontrés jusqu'ici dans l'étude de la grêle me paraissent venir de ce que l'on a négligé de tenir un compte suffisant d'éléments qui, par leur constance, témoignent de leur influence dans la production et la propagation de ce météore. Ces éléments se rapportent à la distribution géographique des grêles, à la force et à l'état physique des courants qui les propagent enfin à l'état général de l'atmosphère maintenant mieux connu.

Conséquences à déduire de la répartition des grêles dans le Midi de la France. — La répartition des grêles dans la région méridionale de la France, comprise entre le Rhône, la mer et les Cévennes avec leurs *causses*, vient d'abord nous témoigner de l'importance de certains vents dans la production du météore. Là, en effet, les phénomènes météorologiques se produisent avec une netteté remarquable grâce à la position de cette contrée par rapport aux deux mers et aux grands massifs des Alpes et des Pyrénées. Les courants maritimes, obligés de franchir les Cévennes, s'y montrent avec des caractères individuels bien distincts qui permettent de suivre toutes les péripéties des luttes qu'ils s'y livrent et d'étudier aussi les divers phénomènes qui se produisent quand ils heurtent ces massifs secondaires ou qu'ils se propagent à travers leurs crêtes successives.

L'enquête aussi sérieuse que possible à laquelle je me suis livré me prouve d'abord que les grêles désastreuses, si fréquentes surtout dans le Nord de la contrée que j'indique et, sur ses hauts plateaux, n'y arrivent que par les vents d'Ouest à Sud-Ouest.

Les conséquences de ce fait sont évidentes pour tous ceux qui connaissent le caractère orageux des vents du Sud-Est ou même d'entre l'Est et le Sud; dans le Languedoc, il a été étudié par divers météorologistes, tels que MM. Lartigue, Fournet, Belgrand, Martins et bien d'autres; il se manifeste généralement par des pluies parfois diluviennes et par des effets électriques peu connus dans les autres parties de la France. Du reste les intéressantes communications qui nous ont été faites par les savants italiens ne laissent aucun doute à ce sujet. Quiconque aura pu être témoin de pareils orages devra donc avoir une confiance bien robuste dans les théories électriques de la grêle pour ne pas les rejeter à priori, puisque les grêles désastreuses n'arrivent jamais dans ces contrées par de pareils vents.

Grâce à cette remarque on peut pousser bien plus loin l'exclusion au sujet des diverses théories de la grêle; ainsi les trombes, les tourbillons qui abordent nos côtes méditerranéennes par ce même vent n'apportent pas non

plus la grêle. C'est donc en somme dans les propriétés physiques ou dynamiques des vents d'Ouest à Sud-Ouest qu'il faut chercher les causes de la production et de la propagation du météore dans le Languedoc. La même remarque, du reste, s'applique, dans certaines limites, au restant de la France.

On lit dans l'ouvrage de Muschembroek que la grêle tombe en moyenne 5 fois par an à Utrecht, et qu'en 50 ans elle est tombée 13 fois par le vent d'Ouest, 5 fois par le Sud-Ouest, 2 fois par l'Est, 2 fois par le Nord-Est, 9 fois par le Nord, 8 fois par le Nord-Ouest et une seule fois par le Sud. Nous sommes loin de ce que je viens de dire pour le Languedoc. Cette variété trouve sa raison d'être dans la situation de cette région par rapport à toutes les mers qui peuvent servir de relais de vapeur pour les nuages que tous ces vents y apportent. Elle doit sans doute aussi, comme dans d'autres pays, et même dans le Nord de la France, entrer pour beaucoup dans les insuccès qu'on a généralement rencontrés dans l'étude de la grêle. La conclusion qui semble résulter de ce que je viens de rappeler, c'est que la grêle apparaît dans les diverses régions, comme pour le Midi de la France, portée par des vents violents, froids et humides : leur eau devant être généralement à l'état d'aiguilles de glace.

Force du vent dans les orages de grêle. — Les caractères généraux des orages de grêle sont depuis longtemps acceptés sans qu'on ait cherché à en tirer tout le parti possible pour l'explication du phénomène. Qui dit orage de grêle, dit ouragan. La force du vent est en effet généralement constatée par les désastres qu'il produit et par la vitesse qu'elle imprime aux orages de grêle, supérieure à celle des orages de pluie, comme le prouvent les évaluations nombreuses qu'il est possible de faire, et cela avec une généralité qui, de même que pour la distribution géographique, n'est pas absolument nécessaire à notre cause.

Abaissement de température correspondant aux orages de grêle. — L'abaissement de température qui accompagne généralement un orage de grêle est encore un élément important qu'on a négligé de considérer. Le froid n'a été invoqué qu'au point de vue de la formation des grêlons. Kaemtz, cependant, a parfaitement énoncé le fait : l'orage de grêle correspond généralement au début du règne du vent plus froid, qui persistera pendant des semaines, et parfois des mois entiers. Cet abaissement de température ne résisterait pas à la puissante insolation qui se produit à l'époque des orages de grêle, s'il était dû à toute autre cause passagère comme le sont les mouvements tourbillonnaires et les effets électriques, par exemple.

État général de l'atmosphère. — Il y a enfin à tenir compte de l'état général de l'atmosphère, que les aéronautes nous montrent à chaque instant sillonnée par trois ou même quatre courants différant par la température, l'état hygrométrique, électrique, et la direction : pouvant transporter, par suite, ces nuées de vapeur, ou d'aiguilles de glace, de neige et de grésil si souvent rencontrées dans les ascensions aérostatiques.

Constitution et formation des grêlons. — Ces préliminaires posés, il y a d'abord à se rendre compte de ces formation qui constituent une série continue depuis les aiguilles, les étoiles de neige jusqu'à ces agglomérations que l'on a comparées à du plum-pudding ou aux poudingues des géologues ; tandis que il est possible encore de suivre les transformations qu'elles doivent éprouver

généralement pour que leurs couches successives passent à un état plus neigeux ou plus voisin de la glace transparente. Des considérations de dynamique prouvent que les grêlons font boule de neige, d'aiguilles de glace, de grésil, dans le milieu orageux de plusieurs manières : tandis qu'ils peuvent ramasser dans leur mouvement absolu ce qu'ils trouvent sur leur passage, le vent doué d'une vitesse plus grande que celle de ces mobiles lance contre eux de plus petits éléments qui se rapprochent davantage de faire partie intégrante du courant. Cette considération nous explique toutes les formes diverses que l'on a rencontrées dans un grand nombre d'orages. Celui du canton de Vaud est remarquable à ce sujet. Le mouvement de translation et cette accumulation d'éléments se sont trouvés encore parfaitement accusés dans un orage étudié à Lyon il y a peu d'années et dans un autre observé par M. Lecoq. Dans le second, les deux pôles des grêlons allongés étaient criblés d'aiguilles de glace, beaucoup plus rares vers l'équateur. Dans le premier, trois rangées d'imbrications rappelaient les pommes de pin. Enfin les bulles d'air qu'on a souvent rencontrées dans les grêlons témoignent encore du mode de formation que je viens d'indiquer.

Importance d'un accroissement rapide eu égard à la force du courant. — Cet accroissement rapide des grêlons est important à considérer en ce sens qu'il tend à restreindre la force du courant qui les transporte à travers l'atmosphère, quelque puissance cependant qu'il soit possible de lui supposer par suite des effets de transport dont il a souvent été capable. Cet accroissement rapide explique les différentes variétés de grêlons qui sont tombés parfois dans des stations assez rapprochées et aussi les grêlons de formes différentes qui se sont parfois succédé assez rapidement dans le même orage, après un coup de tonnerre par exemple.

Il me semble qu'il y a lieu encore ici de s'étonner de ce que, malgré les exemples nombreux des formations que je viens de rappeler, on n'ait parlé que des condensations successives qui s'opèrent à la surface des grêlons. Cela rend bien obscurs la plupart des phénomènes qui se rapportent à leur accroissement, à leur propagation et à leur chute.

On ne saurait exclure cependant ce dernier mode d'accroissement, et il peut être parfois assez rapide pour donner lieu, sous l'influence d'une couche froide et neigeuse, à un dépôt de verglas pouvant constituer la couche suivante. Sur le Puy-de-Dôme, si souvent plongé dans les nuages, les masses de glace qui se déposent ainsi sur les instruments et partout, deviennent un des plus grands obstacles que l'observation y rencontre. Il serait donc possible d'étudier dans quelles limites ce mode de formation peut intervenir dans l'accroissement des grêlons. On a souvent cité l'observation de M. Espy au sujet de la glace qui s'était déposée autour de poussières minérales ou de fragments de végétaux, de branches même que le vent avait soulevées dans les airs. Dans tous les cas ces agglomérations de glace, parfois de la grosseur d'un homme, sous le poids desquelles rompent les fils télégraphiques, qui se produisent enfin dans le court intervalle de 24 heures, sont d'un grand intérêt dans l'étude de l'accroissement des grêlons. Et cet intérêt augmente encore quand on vient à savoir qu'elles se forment par les vents froids et humides de la nature de ceux que nous avons

considérés et qui dans notre région méditerranéenne possèdent ces propriétés, à l'exclusion des autres vents parfois tout aussi violents. A ce sujet encore, je dois remercier M. Alluard de nous avoir renseigné sur la force du vent au sommet du Puy-de-Dôme. Je vois que comme dans les Cévennes, il pourrait parfois enlever un homme comme une plume, d'après l'expression de Delambre, si on ne se hâtait de ramper pour se mettre à l'abri. Je dirai tout à l'heure que la vitesse de la grêle ne saurait dépasser la moitié de celle du vent : il est donc probable qu'au fond les accumulations de verglas que je viens de rappeler correspondent à des agglomérations d'aiguilles de glace et qu'alors encore, pour les grêlons les choses se passent comme si un vent chargé de ces aiguilles soufflait avec une vitesse moitié moindre sur des corps immobiles. On conçoit, enfin, la possibilité de réaliser des expériences de physique reproduisant assez bien des faits qui se produisent sur une aussi vaste échelle dans la nature.

La vitesse du vent diffère de celle de la grêle. Vérification générale de nos principes théoriques. — La force du vent était telle, disent certains observateurs, que la grêle était transportée horizontalement. Une contradiction entre la grandeur de la vitesse du vent pendant un ouragan de grêle, et celle du météore, paraît au premier abord évidente, puisque toutes les évaluations qu'il est possible de faire, et elles sont nombreuses, donnent au météore une vitesse tout au plus égale à la moitié de celle du vent auquel nous donnons la mission de le propager. La contradiction n'est qu'apparente ; le calcul donne en effet $\frac{7}{12}$ pour le rapport de ces vitesses. Ce résultat est considérable dans notre manière de voir, puisqu'il offre une confirmation des principes qui nous ont servi de point de départ, et de l'ensemble de nos déductions.

Chute et propagation de la grêle. — Raisonnant maintenant sur cette grêle à la production et à l'accroissement de laquelle il nous a été possible d'assister : nous voyons les circonstances de sa chute de faible durée, et sur une longue bande, le plus souvent bien irrégulière, se présenter comme conséquence de la force du courant et de la diminution relative de cette force, que cette diminution soit due à l'accroissement des grêlons ou à la diminution effective de la violence du vent. Ces derniers cas peuvent résulter de l'inertie des masses d'air qu'il traverse, de l'effet de courants contraires, ou de la résistance que les massifs lui opposent. De là des grêles locales qui pourront tomber en véritables avalanches, ou d'autres se propageant sur une longue bande. Les premières s'expliquent aisément ; celle étudiée dans la Lozère en 1875, une autre qui vient de ravager quelques communes de la partie occidentale de l'Aveyron sont de ce nombre. Reste à se rendre compte de chutes analogues à celle de 1788. Imaginons alors un torrent de grêle constitué comme il nous a été donné de le voir, avec ces aiguilles de glace, ces neiges et ces grésils qui sont poussés en avant pour aller accroître les dimensions des grêlons ou pour aller constituer les noyaux de nouvelles formations, jusqu'à ce que la grandeur de celles-ci deviennent de moins en moins en rapport avec la force du courant. La couche qui marche en avant éprouvera surtout la résistance du milieu, ses grêlons devront par suite tomber, tout en ouvrant le chemin aux couches suivantes. De là une durée de chute dont la grandeur dépendra de

l'épaisseur du nuage et de sa vitesse en ce point. Elle correspond, en général, aux limites connues de la grandeur de ces éléments.

Vérification par l'observation. — En tenant compte de toutes les résistances qui peuvent se présenter, on s'explique complétement toutes les circonstances observées par M. Lecoq dans un orage souvent cité, et qui semble se présenter ici comme imaginées à plaisir pour confirmer les idées théoriques que nous avons émises.

Bruit de la grêle. — Les autres circonstances relatives à la propagation de la grêle s'expliquent encore avec la plus grande facilité ; le bruit par exemple, bien constaté surtout sur nos *causses* méridionaux où, suivant le proverbe local, il est possible de faire plusieurs lieues de chemin sans trouver de quoi faire un bouton de guêtre; ce bruit, dis-je, résulte de la grandeur relative de la vitesse du vent et de celle de la grêle. Les choses se passent en effet, comme si le vent soufflait avec une vitesse moitié moindre de celle qu'il possède, sur un réseau de grêlons à tout instant supposés immobiles.

Chute et vitesse limite suivant la verticale. — Les circonstances relatives à la chute suivant la verticale résultent de la considération de la vitesse limite dans l'atmosphère qui joue, comme à l'ordinaire le rôle de régulateur. Cette vitesse croît comme la racine carrée des diamètres. On se rend compte alors des chutes de grêle aux diverses hauteurs, des observations comparatives faites dans les montagnes et dans les vallées, ainsi que des effets dynamiques dus à la force vive que les grêlons ont acquise en atteignant le sol. Enfin les mêmes considérations nous rendent compte de la distribution des grêles, en France surtout où elle s'accomplit avec une assez grande netteté ; elle avait été vaguement formulée par Tessier, sans que ce savant rapporteur ait songé à émettre une théorie à ce sujet.

Conclusion, importance des observations à faire dans le midi de la France. — Je ne viens en somme que de résumer les principaux résultats d'une étude bien longue, qui exige de patientes recherches, de longs calculs: je ne sais si l'exposition complète eût permis de voir un peu mieux à quelles conditions la météorologie pourra prendre rang à côté des sciences exactes, ou tout au moins atteindre une perfection relative, plus en rapport avec l'état actuel de la science générale et des besoins nouveaux des sociétés modernes.

L'ensemble des faits eût probablement justifié un vœu relatif aux observations qu'il est possible de faire dans cette région méridionale que j'aurai eu bien souvent à citer, qu'il se fût agi de la climatologie de notre pays ou de toute question de météorologie générale. L'importance d'une station que tôt ou tard on sera conduit à y établir, sans exclusion aucune, il va sans dire, ne doit pas d'ores et déjà échapper aux météorologistes et à tous ceux qui se montrent soucieux des progrès de la science, et de ses applications à la conservation ou à l'accroissement de la richesse nationale. Du reste, dans l'intérêt surtout de notre région méditerranéenne, si intimement lié à celui de notre colonie, il serait bien à désirer qu'on voulût bien prendre en considération la savante et puissante organisation italienne dont M. Tacchini nous a si bien entretenus.

M. VAUTHIER

Conseiller municipal de Paris.

CONSIDÉRATIONS SUR LES REPRÉSENTATIONS GRAPHIQUES DES LOIS DES PHÉNOMÈNES.

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. ALLUARD

Directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme.

COMPARAISON DES TEMPÉRATURES AUX DEUX STATIONS DU PUY-DE-DOME.

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. SILBERMANN

Préparateur au Collège de France.

LE RÈGNE NUBÉAL.

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. Jérôme J. COLLINS

Chef du Bureau météorologique du *New-York Herald*.

DE LA MARCHE DES TEMPÊTES QUI TRAVERSENT L'OCÉAN ATLANTIQUE ET DE LA POSSIBILTÉ D'ANNONCER LEUR ARRIVÉE EN EUROPE.

— *Séance du 29 août 1878.* —

Je viens exposer à l'Association française pour l'avancement des sciences quelques-uns des résultats d'une entreprise du journalisme moderne, je veux parler des travaux du bureau météorologique du *New-*

York Herald, car aux Etats-Unis le journalisme a fait plus d'une incursion dans le domaine de la science, employant son influence et ses ressources à propager et à vulgariser les bienfaits que la science apporte à l'humanité.

L'homme généreux qui prit l'initiative de l'exploration du continent africain, et qui actuellement prépare à ses frais des expéditions au pôle nord, n'a eu garde de négliger cette nouvelle occasion qui s'offrait à lui d'être encore utile dans un autre champ d'activité, et c'est lui seul qui défraie les dépenses du service météorologique spécial se rattachant à l'administration du *New-York Herald*, et fondé dans le but d'avertir les navires des ports européens, sur le point de traverser l'océan Atlantique, de l'approche des tempêtes venant d'Amérique, et d'annoncer aux habitants de l'Europe le mouvement et la direction des perturbations atmosphériques qui pourraient exercer une influence désastreuse sur leurs intérêts multiples.

Je dirai d'abord quelques mots sur les circonstances qui ont motivé la création du bureau météorologique que j'ai l'honneur de diriger.

Déjà en 1875, les importants services rendus aux Etats-Unis, au commerce et à l'agriculture, par le corps d'observation militaire, si bien organisé, et constituant le service des signaux de l'armée des Etats-Unis furent vivement appréciés par toutes les parties intéressées.

Mais une grande et opulente ville comme New-York éprouva bientôt le besoin d'un observatoire météorologique local; c'est alors que M. James Gordon Bennett, le propriétaire du *New-York Herald*, organisa le bureau d'observations météorologiques de ce journal, et New-York eut ses prédictions de temps local.

M. Bennett m'ayant spécialement confié la direction de ce bureau, je m'occupai immédiatement d'utiliser toutes les données à ma portée, puisant surtout amplement aux sources des observations météorologiques déjà publiées, principalement à celles du service des signaux. Toutes ces observations furent soigneusement consignées sur nos cartes, jour par jour; et j'en tirai des déductions indépendantes, les déductions générales du service des signaux ne me satisfaisant point lorsqu'il s'agissait de les appliquer à des localités déterminées. L'étude journalière des cartes météorologiques me rendit familier avec la marche et les caractères des bourrasques continentales et bientôt cette étude — et surtout celle des phénomènes qui les accompagnent — devint pour moi d'un intérêt absorbant.

J'observai les premiers symptômes de l'approche des perturbations dans les Montagnes Rocheuses et je guettai la marche des tempêtes depuis l'ouest et le sud-ouest, au-dessus des grandes plaines, au delà de la rivière du Mississipi; je suivis les voies de ces perturbations depuis

les régions du Mexique septentrional et du Texas, et je notai leur marche ainsi que les positions relatives des hautes pressions, puis au-dessus des régions de l'est et vers le nord je les suivis jusqu'à la côte de l'Atlantique. Mais lorsqu'elles eurent franchi cette ligne, elles se perdirent sur l'Océan et je ne pus retrouver leurs traces.

Un jour on reçut à New-York la nouvelle qu'un puissant cyclone se dirigeait vers l'ouest, le long de la zône équatoriale de l'Atlantique et au-dessus de la mer Caraïbe. Observant la marche énergique et rapide de cette formidable tempête, je me hasardai à prédire dans le *Herald*, qu'elle toucherait les côtes du Texas avant d'accomplir sa courbe vers le nord. En effet, la tempête ravagea Galveston après avoir détruit Indianola au Texas; ensuite elle continua sa marche vers le nord-est le long de la côte septentrionale du golfe du Mexique et passa sur l'Atlantique depuis la partie septentrionale de l'État de la Floride. Des avis ultérieurs obtenus du département des nouvelles par bateau, du *Herald*, et par le câble transatlantique, de Londres, indiquaient que le cyclone ne s'était pas dissipé sur l'Océan, mais qu'il avait passé sur les Iles Britanniques, la Suède méridionale, à travers le golfe de Bothnie, sur la Russie septentrionale et qu'il avait abandonné le continent d'Europe, près d'Archangel sur la mer Blanche.

Il eût été impossible pour moi — ou pour tout autre jouissant des facilités que M. Bennett m'accordait pour observer et étudier, — de ne pas se préoccuper d'une course aussi phénoménale de la part d'une tempête ayant pris son origine dans les mers des Tropiques. Cela éveilla en moi le désir d'étudier plus sérieusement encore la marche des perturbations qui de nos côtes se dirigent vers l'est.

Quelques mois plus tard — (le cyclone en question passa au mois de septembre 1875), — une mission délicate et importante m'appela aux Antilles, où je restai environ trois mois. Pendant mon séjour là-bas, j'appris bien des détails sur les cyclones en général et en particulier sur le dernier. De fréquents, quoique légers tremblements de terre, avaient été ressentis dans l'île de Porto-Rico, ce qui m'encouragea dans mes recherches, car personnellement j'ai toujours soupçonné une relation entre les perturbations atmosphériques et les convulsions terrestres, associant ces premières au dégagement considérable de chaleur qui accompagne les dernières.

De retour à New-York au printemps de 1876, je repris mes prédictions du temps local et je préparai le plan sur lequel le système des avertissements du *Herald* par rapport aux tempêtes transatlantiques est basé. — Le premier de ces avertissements fût expédié par le câble le 14 février 1877. Notre prédiction s'accomplit exactement au jour indiqué, c'est-à-dire le 19. — Depuis lors nous avons continué à

expédier nos avertissements, et en moyenne le résultat a été fort satisfaisant.

Tel est, messieurs, le bref historique de l'organisation du bureau météorologique du *New-York Herald*.

Lors de mes observations sur la marche des tempêtes sur le territoire des États-Unis, à l'est des Montagnes Rocheuses, je fus pris du vif désir de découvrir où ces terribles bourrasques prennent origine et où elles se dissipent — ainsi que de m'assurer si les tempêtes du Pacifique peuvent franchir ce plateau élevé et étendu qui longe à l'ouest la véritable ligne de démarcation des Montagnes Rocheuses. Il me semblait voir dans ce vaste plateau une barrière puissante, une muraille de mille lieues d'épaisseur, que les tempêtes doivent franchir pour atteindre les grandes plaines arrosées par le Red River — l'Arkansas — le Platte — — le Missouri — et le Yellowstone bourbeux.

Les stations propres aux observations météorologiques étaient fort rares dans cette immense région dénudée, et leur élévation au-dessus du niveau de la mer peu certaine. Mais la patience peut vaincre bien des obstacles, et, quoiqu'elle ne suffise point à découvrir les grandes vérités irréfutables, elle fournit souvent le fil conducteur qui nous mène aux vérités cachées. — En comparant les conditions météorologiques qui dominent dans la région du plateau des Montagnes Rocheuses, avec celles qui prévalent d'une façon si marquée dans les plaines — en établissant un parallèle entre l'arrivée et le caractère des tempêtes qui, venant du Pacifique, s'abattent sur la côte du continent de l'Amérique septentrionale, — et l'arrivée et le caractère des tempêtes qui sévissent sur les pentes orientales des Montagnes Rocheuses — je suis arrivé à en tirer la conclusion (certaine à *mes* yeux) : 1° que les tempêtes franchissent en effet le plateau des Montagnes Rocheuses, mais modifiées dans leur constitution hygrométrique, — et que lorsqu'elles quittent le plateau, elles reprennent peu à peu l'énergie qu'elles avaient perdue avec l'humidité qu'elles durent abandonner aux pentes occidentales de la chaîne de montagnes qui longe la côte du Pacifique, depuis l'île de Vancouver jusqu'à la basse Californie.

D'autres déductions que j'ai encore tirées de ces faits et de leur enchaînement, se trouvent plus amplement détaillées dans une série d'articles que j'ai écrits dans la Revue *Nature* (publiée à Londres) et qui ont paru, je crois, les 9, 16 et 23 du mois de mai dernier. — Je ne m'étendrai pas sur ces conclusions, mais je tiens à affirmer encore ici, que, quant à moi, je ne conserve plus l'ombre d'un doute sur la marche des tempêtes qui, depuis le continent asiatique, et depuis la zone tropicale du Pacifique septentrional, viennent frapper le continent amé-

ricain ; je suis même convaincu que mainte bourrasque, nous venant d'abord d'Asie, fait sentir ensuite ses effets sur l'Atlantique et sur l'Europe.

L'origine des tempêtes nous importe moins en Amérique actuellement que de savoir où elles se dirigent en quittant nos côtes. Je sais positivement, d'après des rapports dignes de confiance, que les tempêtes en quittant le continent d'Amérique ont gardé leur constitution hygrométrique intacte, qu'elles sont successivement ressenties par les navires disséminés sur l'Océan, et surtout dans la direction de l'ouest à l'est, qu'elles touchent la côte d'Europe et passent sur le continent vers l'est — enfin, qu'elles se font sentir dans l'Asie centrale, poursuivant toujours leur course vers l'Orient. — Quand elles passent sur les continents, leur marche est facile à suivre et à indiquer sur nos cartes météorologiques, mais lorsqu'elles franchissent les Océans, la tâche devient plus ardue en ce que les observations ne peuvent se faire qu'irrégulièrement. Cependant celles que l'on a pu recueillir tendent invariablement à prouver la justesse de notre théorie, savoir : que les tempêtes franchissent les mers.

Si nous posons cette question : sous quelles conditions une bourrasque, qui a passé sur un continent avec une grande violence, se dissiperait-elle sur l'Atlantique ? Pour ma part, je n'en counais point. Au contraire : la surface de cette vaste plaine liquide peut, dans certaines régions, présenter des variations de température qui, bien loin de diminuer l'énergie de la tempête, accroîtraient sa force ; tandis que d'autres régions peuvent réunir des conditions favorables à la réduction temporaire des pentes (ou gradients) barométriques en provoquant, pour ainsi dire, une expansion de l'aire (area) de la basse pression, au-dessus d'une surface d'une température presque uniforme. — La région où les bourrasques s'accroissent en violence est certainement celle où le courant d'eau *équatorial* (*Gulf stream* ou *Golf ström*) par sa marche nord-ouest, vient en contact avec les courants d'eau *polaires*. — Ici deux éléments de perturbation, — l'évaporation et la condensation, — se côtoient, et avec un antagonisme bien plus prononcé que cela n'a lieu sur le continent. — Ces deux éléments se neutralisent-ils? ou bien se combinent-ils pour accroître la violence de la perturbation passagère ? Je ne crois pas qu'ils se neutralisent — Si les conditions de la dépression sont de nature à être modifiées par les influences indiquées plus haut, de manière à produire une forte tempête, il ne saurait y avoir de doute quant à la localité où ces influences agiront.

Le *Gulf stream* (ou *Golf ström*) conserve son aspect caractéristique bien plus au loin dans l'Atlantique qu'on ne le suppose généralement : c'est-à-dire que même sans l'aide du thermomètre marin, il est très-facile

de le distinguer de l'eau du courant arctique, même assez loin vers l'est. La teinte bleu-indigo de ses eaux à lueurs phosphorescentes, ainsi que la présence des algues tropicales, sont très-remarquables même au-dessus de 50 degrés de latitude et à 30 degrés de longitude à l'ouest.

Pendant mon voyage pour l'Europe, sur *le Labrador*, je consignai minutieusement ces évidentes indications du *Gulf stream* (*Golf ström*) dans des régions situées bien plus au nord ou à l'est que celles qu'on lui assigne comme limites sur les cartes marines. Mais, à mesure que le *Gulf stream* s'avance et s'étend, il perd en profondeur, exposant ainsi une plus grande superficie de ses eaux à un abaissement de température. C'est dans la région située immédiatement à l'est de Terre-Neuve que ces remarquables contrastes de température ont lieu. Cette région est crainte par tous les navigateurs : mes observations me conduisent à la conclusion que les tempêtes venant du *nord-ouest* (où elles ont perdu leur humidité) *augmentent* de force quand elles entrent dans l'aire (area) du *Gulf stream*, près de Terre-Neuve et de la Nouvelle-Écosse; — tandis que les bourrasques venant du *sud-est perdent*, au contraire, de leur violence dans ladite aire (area). Les premières (c'est-à-dire celles venant du nord-ouest), y *acquièrent* la vivifiante humidité atmosphérique dégagée là par l'évaporation (du courant équatorial cité plus haut), tandis que les dernières (c'est-à-dire celles venant du sud-est), l'y perdent par la rapide condensation (du courant arctique, etc.) — J'admets que les tempêtes subissent des altérations partielles dans cette région de l'Atlantique, mais je maintiens qu'aucune tempête ne change complétement de constitution en franchissant l'Océan, et qu'elles atteignent les côtes de l'Europe sous une forme peu altérée.

Il va sans dire que la question de la température des surfaces doit être prise en considération dans une discussion sur la marche des bourrasques transatlantiques.

A peu d'exceptions près, les points de départ des tempêtes d'Amérique, traversant l'Atlantique, se trouvent entre la Floride et Terre-Neuve, — plus fréquemment même dans cette dernière région, — d'où le caractère orageux du passage moyen.

La distribution des pressions sur l'Atlantique est en général familière aux météorologistes; mais une étude approfondie de notre sujet doit nous faire admettre aussi une série de zones. Ces zones sont sujettes à des variations de position actuelle, mais elles gardent généralement entre elles certains rapports très-constants. — J'ai observé que les axes et les marges de ces zones sont dans un constant état d'ondulation et (ainsi que je le disais au regretté M. Le Verrier, dans un mémoire que j'eus l'honneur de lui adresser, et encore dans la revue anglaise *Nature*) les concavités des ondulations marginales de la haute pression

renferment les centres de perturbation, tandis que les convexités contiennent les aires (areas) d'une pression relativement haute. — Quelquefois (et j'attribue ceci aux variations produites par le déplacement des dépressions et des hautes aires (areas) qui les accompagnent sur les plateaux des Montagnes Rocheuses, ces ondulations prennent des proportions anormales et ajoutent ainsi de nouvelles difficultés à vaincre dans les observations, et que l'on ne peut surmonter que par une attentive et scrupuleuse étude des cartes météorologiques journalières. Je ne saurais encore vous parler avec certitude de la périodicité de ces ondulations; mais je me les propose comme sujet d'observations afin de résoudre bientôt la question, — si possible! — Veuillez être indulgents, messieurs, et vous souvenir qu'il n'y a pas très-longtemps que le bureau météorologique du *New-York Herald* s'occupe de ces diverses questions, et que cependant *quelques* résultats importants ont été acquis à l'étude de la météorologie. Il faut nous contenter pour le moment de savoir que les tempêtes se meuvent invariablement *dans* les zones de la *basse* pression, et *entre* deux zones de *haute* pression, généralement parallèles. — Par l'observation assidue de la direction générale de la zone de la pression basse, — laquelle se modifie lentement, — en remarquant la direction d'où vient la bourrasque qui aborde l'Océan depuis l'Amérique, et en tenant rigoureusement compte de sa force et d'autres conditions, nous avons souvent pu prédire non-seulement sa marche sur l'Europe, mais encore quelles parties de la côte continentale elle viendrait frapper. Les limites et la marche de ces zones sont indiquées par le baromètre et par la direction des vents.

Vous savez naturellement, messieurs, qu'il y a des vents qui circulent sans cesse autour des centres de dépression, en directions *opposées* à ceux circulant autour des centres de haute pression. Toutefois, si vous examinez attentivement les vents marginaux des zones de pression, vous remarquerez que la marge *nord* de la basse pression a un vent continu soufflant de *droite* à *gauche*, et la marge *sud* un vent soufflant de *gauche* à *droite*. Je ne me sers pas des aiguilles du compas pour indiquer les directions de ces courants d'air, car l'axe de la zone varie quelquefois de sud-ouest à nord-est; souvent même elle forme un angle très-aigu avec le méridien.

Les études sur le magnétisme terrestre, sur l'électricité atmosphérique, etc. qui se poursuivent si activement dans les observatoires d'Europe et d'Amérique — (les expériences conduites avec tant d'habileté à l'observatoire de Montsouris m'ont surtout frappé d'admiration), seront certainement d'une grande utilité pour aider à déterminer la marche et les variations des tempêtes. Elles contribueront sans doute à établir une proche parenté entre quelques-uns des phénomènes auxquels j'ai fait

allusion dans ce mémoire, et à rendre possible, dans l'avenir, la prédiction des variations atmosphériques bien plus longtemps d'avance que nous ne saurions le faire actuellement.

Un autre trait caractéristique de la marche des tempêtes de l'Atlantique, c'est *l'extension* de l'aire (area) de la basse pression en plein Océan et sa *contraction* en approchant de la côte d'Europe. J'ai déjà mentionné les variations produites par les influences de températures opposées, de l'évaporation et de la condensation, dans la région où le *Gulf stream* et les courants arctiques viennent en contact direct, à l'est de Terre-Neuve. La *direction* d'où ces aires (areas) de tempêtes se rendent à cette région influe aussi beaucoup sur les variations qu'elles subissent. Ces variations ne pourront être déterminées exactement, que lorsqu'on aura trouvé les courbes appropriées, et que toutes les conditions d'une tempête s'approchant de la région des variations seront parfaitement observées. L'une des variations que les tempêtes subissent dans ladite région, c'est une extension d'une aire (area) étroite accompagnée d'une augmentation plus ou moins considérable de pression vers leur centre. C'est peut-être cette modification que quelques observateurs ont prise à tort pour une diminution de la tempête : mais il n'en est point ainsi. L'aire (area) de la basse pression est alors certainement fort agrandie, mais elle ne perd jamais complétement son caractère de tempête ; et aussitôt que les influences de terre commencent à opérer sur sa marge est, l'aire (area) recommence à se contracter et, par conséquence, acquiert une nouvelle violence. Ainsi il est possible de se trouver dans l'aire de la basse pression, au 50^{me} degré de latitude nord, et au 30^{me} degré de longitude ouest, sans rencontrer des vents de tempêtes; mais lorsqu'on se dirige vers l'est avec la même dépression, l'abaissement du baromètre et par conséquent le déchainement plus ou moins subit de forts vents devient très-marqué. Dans mon récent voyage sur l'Atlantique, sur *le Labrador* j'observais ces phénomènes, et grâce à la courtoisie de son estimable capitaine, M. Sanglier. j'eus toutes les facilités pour apprécier les diverses variations de pression et de température sur notre route. — On pourra m'objecter qu'une seule expérience est insuffisante pour l'investigation sérieuse que la question demande, mais j'ai pris la précaution d'apporter avec moi des notes renfermant les opinions, à ce sujet, d'un grand nombre de capitaines bien connus, de bateaux à vapeur, afin d'ajouter le poids de leurs témoignages à l'exposé que j'ai l'honneur de vous faire.

Quelquefois la réorganisation des tempêtes qui avaient quitté la côte d'Amérique comme telles, mais qui avaient été partiellement décomposées (ou — pour parler correctement — modifiées en grandes aires

(areas) de basse pression) en plein Atlantique, — n'a lieu que lorsque les perturbations ont atteint la mer du Nord — la côte norwégienne — ou même l'ouest de la Baltique. Il arrive ainsi parfois que les prédictions météorologiques du *New-York Hérald* sont regardées comme erronées, parce que la bourrasque annoncée n'est pas ressentie immédiatement sur les côtes des Iles Britanniques ou de la France. Mais si vous voulez consulter les registres, vous verrez que plusieurs de ces perturbations déployèrent toute leur impétuosité à l'est des côtes et des régions précitées, — et que les dépressions, où ces développements eurent lieu, suivirent bien la marche indiquée.

Lorsque les ondulations extraordinaires se forment dans les zones de pression (auxquelles j'ai déjà fait allusion), il arrive fréquemment que les tempêtes enfermées dans les profondes concavités des marges des zones, suivent la direction de celles-ci et s'avancent (dans une direction *nord-est*) bien loin au nord vers la Laponie et l'océan Actique. Mais il ne faut pas oublier que ces tempêtes redescendent de nouveau sur le golfe de Bothnie, et continuent leur marche du nord-est au centre de la Russie, en suivant toujours la marge de la zone de la haute pression. Ce mouvement vers le nord, pour redescendre vers le sud, a inspiré à quelques météorologistes en Angleterre, l'idée que les tempêtes qui frappent la côte anglaise, y viennent en droite ligne de l'Islande et même des régions arctiques. Je ne me hasarderai pas à dire que les tempêtes venant du continent d'Amérique ne montent *pas* jusqu'à l'Islande, mais je sais positivement qu'elles en redescendent vers des latitudes moins élevées, et que dans leur marche elles ne font que toucher aux Iles Britanniques.

Les bourrasques qui franchissent la barrière des monts Oural à l'est de la Russie — perdent leur humidité sur les grandes pentes occidentales de cette chaine puissante, et entrent dans une région élevée et comparativement stérile. — Comme les tempêtes passent rarement au sud du groupe de montagnes compris dans les régions du Thibet et de Inde occidentale, elles reçoivent une impulsion, fortement influencées par les conditions topographiques, vers la Sibérie orientale et même vers le détroit de Behring. Ce sont là les tempêtes qui se succèdent si régulièrement sur le territoire d'Alaska et l'extrême partie nord-ouest du continent américain et qui, passant ensuite sur les régions glacées du pôle magnétique, sur la terre de Grinell et le nord du Groenland, entrent dans le bassin arctique. Nous nous trouvons donc en présence d'un système de zones concentriques, — dont le centre pourrait bien être le pôle géographique — où nous trouvons la marche des tempêtes clairement tracée. Je ne pense pas bue ces zones coïncident avec les zones

magnétiques, c'est-à-dire que des parallèles magnétiques ne les définissent qu'approximativement. Il se pourrait qu'elles eussent un rapport de spirale à l'axe de rotation de la terre; mais nous n'avons pu encore les étudier assez longtemps pour affirmer notre présomption comme un fait avéré. Cependant nous savons que les bourrasques de l'ouest et du sud-ouest passent incessamment sur les mers polaires. Ces perturbations toutefois n'ont point pris origine dans un développement local. Nous savons encore qu'il y a une autre zone de tempêtes dans l'océan Atlantique septentrional, laquelle zone est journellement traversée par des vapeurs et des voiliers. On peut aussi démontrer qu'au sud du 40^{me} degré de latitude jusqu'au 25^{me} degré de latitude, il existe une zone de haute pression dont la direction normale paraît être de quelques degrés de plus au nord que l'est, et plus au sud que l'ouest. De là vers le sud la basse zone s'étend de nouveau jusqu'à la région équatoriale où les grands cyclones prennent origine. — A mon avis, le mouvement général et continu de l'air vers l'est est dû à la perturbation de l'équilibre atmosphérique sous l'influence des rayons solaires qui doivent nécessairement donner leur maximum de chaleur à l'est de toute aire (area) sur laquelle une pression atmosphérique peut s'accumuler et y développer une source d'où l'air puisse s'échapper. Ainsi le côté éclairé de la terre reçoit continuellement de l'air du côté qui est resté le plus longtemps dans les ténèbres, lequel côté se trouve immédiatement à l'ouest de l'aire (area) sur laquelle les rayons solaires agissent en dilatant son volume atmosphérique. Voyons maintenant si cette théorie infirme celle des zones de pression ci-dessus mentionnées : elle me semble plutôt l'affirmer. L'équateur formant un angle avec l'écliptique, les hémisphères septentrional et méridional sont alternativement présentés aux rayons solaires par le mouvement annuel de la terre dans son orbite. Le côté obscurci de l'hémisphère septentrional occupera donc en hiver une aire (area) plus étendue et en été une aire plus restreinte, à la suite de ce que j'appellerai l'atmosphère accumulée « qui tend » continuellement vers l'est. Il faut donc qu'il y ait un mouvement journalier dans la direction du courant, dû aux rapports changeants entre la surface de la terre et le soleil. Il y a encore un autre mouvement imprimé au volume atmosphérique par la rotation de la terre sur son axe, par conséquent le *vrai* mouvement de l'air serait indiqué par la résultante des deux directions, plus ou moins modifiées de l'énergie relative des deux mouvements. Cependant les mouvements doivent varier avec l'élévation; le frottement contre la surface de la terre doit retarder la dernière couche atmosphérique — d'où une action indépendante, de la température de la surface en vue de rétablir l'équilibre et qui produit les alternatives de pression ondulées, ou zones qui sont situées entre l'équateur — ou la

ligne de la plus grande force centrifuge — et les pôles, où cette force n'existe pas du tout.

Je crains bien que cette esquisse imparfaite ne satisfasse point mes bienveillants auditeurs et que plus d'un d'entre eux ne mette en doute la réalité et l'exactitude des bases sur lesquelles je fonde ces théories. Mais je suis déjà honteux d'avoir abusé si longtemps de votre attention sympathique, et il me serait impossible d'entrer dans des détails plus raisonnés et abstraits dans l'espace de temps limité que vous pourriez encore m'accorder.

Permettez-moi, messieurs, de revenir à un sujet qui a été vivement discuté par d'éminents météorologistes, et sur lequel je désire vivement vous communiquer quelques informations. Il s'agit de la question : « Les tempêtes franchissent-elles l'océan Atlantique, oui ou non? »

Quant à moi, vous savez que j'ose la résoudre affirmativement; mais afin de satisfaire aux objections raisonnables que l'on peut nous faire, je vous citerai les observations d'un nombre d'observateurs intéressés, des hommes qualifiés par leur profession — et la grande responsabilité qu'elle entraîne — à être des juges compétents sur la matière. Vous comprenez que je veux parler des capitaines des bateaux à vapeur, qui dirigent le trafic considérable entre l'Europe et l'Amérique.

Je commencerai par les capitaines et officiers de marine de la ligne de la Compagnie générale transatlantique, auxquels je présente mes compliments respectueux et sincères sur les capacités et les connaissances nautiques et scientifiques dont ils font preuve journellement.

Voici un résumé de leurs opinions, extrait des notes que le reporter du *Hérald* a prises dans ses entretiens avec ces messieurs (dont j'ai le compte rendu complet avec moi).

RÉSUMÉ DES NOTES.

1° Le capitaine *Frangeul* du vapeur *le Canada*, dit en réponse à la question suivante : « Selon votre opinion et votre expérience, les tempêtes américaines franchissent-elles l'Atlantique pour se diriger sur l'Europe, et croyez-vous qu'elles subissent une réduction ou un accroissement de force ? » — « Je ne saurais me prononcer là-dessus d'une manière concluante, n'ayant pas navigué assez longtemps sur la ligne. Il n'y a pas de doute que les tempêtes venant de la côte d'Amérique ne changent pas de constitution en franchissant l'Océan. Il m'a souvent semblé que leur violence augmentait. »

2° L'officier supérieur à bord du vapeur *le Pereire* qui n'a pas donné son nom au reporter du *New-York Herald*, réplique ainsi à la question

ci-dessus : « Il est avéré que les tempêtes franchissent l'Atlantique. On les rencontre entre les latitudes 30° et 60° et elles sont plus violentes aux environs de Terre-Neuve que sur les côtes britanniques ou américaines. »

3° Le capitaine *Sanglier*, du vapeur *Labrador*, dit : « Je suis convaincu que les tempêtes franchissent l'Atlantique » et il ajoute : « Je m'en suis assuré par des investigations, des comparaisons et par ma longue expérience. » Outre les remarques adressées par lui au reporter du *Herald*, le capitaine Sanglier m'informa *personnellement* pendant le voyage, qu'il partageait complétement mes théories sur la marche des tempêtes sur l'Atlantique, et qu'il considérait les prédictions météorologiques sur leur arrivée en Europe — basées sur de telles données — comme parfaitement logiques. »

4° Nous n'eûmes malheureusement pas occasion de nous enquérir des opinions des capitaines de *la Ville de Paris*, du *Saint-Laurent* et de *l'Amérique*, mais je suis moralement sûr qu'elles auraient coïncidé avec celles des officiers leurs confrères.

Voyons maintenant la ligne anglaise.

Le capitaine *Mc Michen* du vapeur Cunard *Bothnie*, répond à ladite question : « Qu'il croit que les tempêtes traversent l'Atlantique et viennent frapper soit le continent, soit les îles britanniques, et surtout fréquemment en hiver. Il n'est pas encore fixé sur leurs parcours en automne ou au printemps. »

L'officier supérieur *Cotier*, du vapeur Cunard *l'Algérie*, dit : Certaines tempêtes traversent l'Océan avec une impétuosité très-variable. Les plus violentes se font sentir entre les latitudes 39° et 50°. » (Ceci est justement la région à l'est de Terre-Neuve, sur laquelle j'ai appelé plusieurs fois votre attention; c'est-à-dire la région où les plus grands contrastes de température ont lieu.)

Le capitaine *W. H.-P. Hains* du vapeur Cunard *la Scythia*, dit : « De nombreuses et violentes tempêtes parcourent l'Atlantique; cette opinion est le résultat de plusieurs conférences à ce sujet avec divers officiers. »

L'officier supérieur du vapeur Cunard *la Russie*, — qui ne communiqua point son nom, dit : « Les tempêtes traversent certainement l'Atlantique, avec une réduction ou un accroissement de violence, selon que les centres parcourent diverses aires (areas) atmosphériques de chaleur et d'humidité. Il n'y a pas de doute possible sur ce fait, que les tempêtes d'automne, d'hiver et de printemps franchissent l'Atlantique, mais fréquemment, leur parcours et leur dispersion sont introuvables » (*sic*).

D'autres officiers de cette ligne furent aussi questionnés, mais leurs réponses ne jetèrent aucune lumière sur notre sujet.

Le capitaine *Irving*, du White star steamer *la République*, dit : « Quelques tempêtes marchent avec un accroissement et d'autres avec une réduction ou une totale extinction de leur violence. » Il croit que « la vingtième partie des tempêtes américaines franchissent l'Océan et que les autres se dissipent sur les expansions du *Gulf stream* ou bien se dirigent en une courbe vers les parallèles nord ou sud. »

L'officier supérieur *A.-M. Gachin* et le second officier *Jurpin*, du White star steamer *la Baltique*, disent : « que quoiqu'ils n'aient jamais donné grande attention aux analyses spéciales des livres de loch, ils ne doutent pas qu'aucune tempête prenne jamais origine sur mer ; ils croient qu'elles franchissent l'Océan en venant d'Amérique ; bien des tempêtes passent dans les régions des îles d'Orkney, des Shetland et des Féroë. Les tempêtes sévissent avec le plus de violence entre les latitudes 40° et 50°, et entre les longitudes 30° et 50°.

Le capitaine *Jemmings*, du White star steamer *l'Adriatique*, dit : « Les tempêtes parcourent l'Atlantique avec une force réduite. En arrivant à la côte d'Amérique, elles ont déjà subi une expansion partielle *(sic)* et dans le *Gulf stream* elles se dilatent tellement qu'elles arrivent sur les côtes britanniques considérablement diminuées en violence.

De la ligne allemande : *M. Brauw*, second officier du vapeur *le Holstein*, dit : « Certainement, les tempêtes traversent l'Océan, quoique bien des tempêtes diminuent en énergie, les éléments de vitalité restent, produisant une énergie secondaire sur les aires (areas) de l'est ou d'Europe. »

Le capitaine *de Simon*, du vapeur *le Hermann*, dit : « Les tempêtes parcourent l'Atlantique et se trouvent généralement sur nos lignes de navigation, entre les latitudes 40° et 50° et les longitudes 30° et 40° ; c'est là qu'elles ont le plus de violence. »

La liste pourrait se prolonger ainsi encore plusieurs pages, mais ce serait inutile. Les opinions ci-dessus citées représentent, en moyenne, les conclusions de navigateurs expérimentés, et ce n'est que de gens indifférents ou bien ignorants que nous recevons des observations comme les suivantes :

Un capitaine nous dit « qu'il ne se soucie nullement de la météorologie. Il trouve qu'il peut voir le grain arriver d'assez loin avec son télescope, et qu'il ne se casse pas la tête avec les observations faites au moyen d'instruments de précision. »

Un autre refuse de répondre à nos questions, « car, dit-il, *le Herald* n'aura pas mon intelligence pour rien. » Il ajoute qu'il sait très-bien que les signaux météorologiques ne servent à rien du tout, car il n'a jamais voulu s'en occuper. »

Un autre capitaine nous informe gravement « que les signaux météo-

rologiques seraient des objets dangereux à placer dans un port, vu qu'ils effraieraient les passagers. »

Depuis que nous avons inauguré notre système de prédictions météorologiques au bureau du *Herald*, j'ai pu constater que nos observations avaient éveillé un grand intérêt pour les études météorologiques parmi une classe de navigateurs qui autrefois méprisaient sincèrement les sciences, comme une monomanie des « rats de terre », indigne d'attirer l'attention de marins hardis.

Mais je m'aperçois que j'allais presque oublier de vous citer l'amusant prétexte allégué par un de ces « loups de mer » mal disposé contre l'immixtion d'un « rat de terre » dans les choses qui ne le regardaient pas. Un vieux capitaine dit un jour à notre reporter, — aux questions duquel (relatives à la météorologie) il refusait de répondre — « que, selon lui, c'était positivement un acte de présomption et d'impiété de la part d'un homme d'essayer de découvrir — ou de prétendre connaître — les lois d'après lesquelles le Créateur régit le monde et les tempêtes! » Que peut-on répondre à un homme qui envisage les choses à un point de vue aussi original?

Comme conclusion, j'ajouterai que mon but, en vous communiquant les opinions des navigateurs compétents ci-dessus mentionnés, est de les comparer avec l'exposé (plus ou moins correct) récemment publié dans la *Nautical Magazine*, à Londres, par un personnage d'une certaine autorité, savoir : le très-éminent directeur du bureau britannique des observations météorologiques, qui hasarde la remarque suivante : « Il est » impossible de suivre les traces de la marche d'une tempête, à l'ouest » des côtes des Iles Britanniques, d'après les informations actuellement » en possession du bureau météorologique de Londres, jusqu'à plu- » sieurs mois de date, après le passage de la tempête. — Un mémoire » prochain sur l'état atmosphérique, pour le mois d'août 1872, démon- » trera combien il est difficile de prédire la marche des tempêtes qui » quittent le continent d'Amérique. » Et c'est sur ces données extraordinaires que l'auteur se base pour démolir — il le croit du moins — l'œuvre du bureau des observations météorologiques du *New-York Herald!*

M. K.-W. ZENGEL
Professeur à Prague.

SUR LA PÉRIODICITÉ ET SUR L'ORIGINE COSMIQUE DES ORAGES ET DES GRANDS MOUVEMENTS ATMOSPHÉRIQUES.

(EXTRAIT.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

On a déjà longtemps supposé une périodicité pour les orages les plus forts, et les observations de Redfield, Poëy, Reid, Moreau de Jonnès, Evans, etc., ont contribué beaucoup au développement des lois mécaniques des orages, données par Dove, et qui sont à présent généralement acceptées.

Mais, en ce qui concerne la durée de la période, Poëy, Buys-Ballot et plusieurs autres observateurs sont peu d'accord entre eux et avec les observations; on ne peut pas considérer la périodicité comme bien établie, et on n'a pas touché à la question de l'origine des orages.

Il y a deux théories tout à fait opposées : l'une supposant l'origine cosmique des grands mouvements atmosphériques, l'autre n'admettant que des causes terrestres.

Mais, quoi qu'il en soit, la solution d'une question si importante et si difficile, ne me semble pas possible par la voie théorique ou bien mécanique seulement, et je me suis mis à l'œuvre pour comparer les théories avec l'expérience, en espérant que par la combinaison des expériences faites avec le grand matériel des observatoires, la régularité ou la périodicité de ces phénomènes se manifesterait.

Il est vrai que la formation des vents alizés et des orages tropicaux nous fournit plus de régularité et plus de simplicité pour l'étude que ne nous en montrent les orages des latitudes plus élevées; mais il faut que la périodicité se trahisse de la même manière, s'il y en a une, que dans les cyclones et typhons.

J'ai observé, en 1878, que les photographies du soleil, prises pendant un orage, avec un photohéliographe de Browning, montrent des zones d'absorption autour du disque solaire, circulaires ou elliptiques, même paraboliques, ou des bandes rectilignes, et j'ai trouvé plus tard qu'elles ne se montrent qu'avant et pendant les grandes perturbations atmosphériques. Peu de temps après l'apparition de ces bandes d'absorption dans la photographie du soleil, des tempêtes à foudre, à grêle ou à neige, des pluies torrentielles surviennent. On peut d'autant plus avantageusement remplacer le baromètre par la photographie du soleil, pour la prévision des orages, que souvent le baromètre n'indique qu'une faible baisse, ou même remonte quand l'orage éclate, avec une rapidité phénoménale, tandis que la photographie en montre déjà les traces 12 et même 24 heures auparavant.

J'ai observé que les détails sont plus prononcés et plus nets, quand la longueur focale n'est plus que de 1 : 7 pour les lentilles photographiques.

Pour obtenir le maximum de sensibilité, j'ai construit un photohéliographe aplanétique (triplet) dont la longueur focale relative n'est que 1 : 3.

Un miroir sphérique de 4 pouces de diamètre et de 12 pouces de longueur focale est aplanétisé par une double lentille, composée de deux lentilles homofocales et du même pouvoir réfringent, l'une convexe, l'autre concave, de manière que l'aberration sphérique soit entièrement corrigée, sans introduire l'aberration chromatique dans le système, et sans changer la position du foyer chimique, qui coïncide avec le foyer optique.

Les photographies sont d'une netteté complète, et on peut voir, sous un grossissement de 13 à 60 diamètres, le soleil entouré de spirales circulaires ou elliptiques, plus ou moins régulières, faisant de 2 à 6 tours.

On peut conclure de cette forme en spirale, que la plaque photographique représente la section des tourbillons formés dans les couches les plus hautes de notre atmosphère, descendant lentement vers la surface de la terre, et remplies à l'intérieur de couches spiraliformes d'air, mêlées plus ou moins avec de la vapeur condensée par le refroidissement dans la direction de l'axe du cône; celle-ci produit l'absorption des rayons solaires, et se trouve représentée, par des zones blanchâtres, en forme de spirales, autour du disque solaire.

On peut aussi prévoir l'approche des orages et juger de leur forme, de leur étendue, direction, et la forme de condensation de l'eau : grêle, neige, pluie, par l'aspect spécial des zones d'absorption. De 1875 à 1878, à Prague et sur les hautes montagnes du Tyrol et de la Suisse, sur le pic Langrard, à Pontrésina, sur le col de Stelvio, j'ai photographié le soleil chaque jour où cela a été possible, de 10 heures du matin, souvent jusqu'à 3 heures de l'après-midi, et, j'ai trouvé invariablement que, chaque fois que les zones d'absorption ont été visibles sur la plaque photographique, l'orage ne tardait à éclater, quoique, quelquefois, il s'écoulât 24 heures après la dernière pose.

Les résultats des observations de 1875 à 1878 ayant montré une périodicité apparente de 10 à 13 jours, j'ai comparé les dates des orages à Vienne de 1872 à 1876, à Prague de 1838 à 1860, à Greenwich de 1841 à 1860, celles des aurores boréales, qui sont souvent accompagnées par des orages, et finalement de la chute des étoiles filantes et des bolides, et l'ensemble de ces grandes séries d'observations a conduit à une période très-voisine de la moyenne de la période de 10 à 13 jours, c'est-à-dire à 12,6 jours.

La seule période cosmique très-rapprochée de la durée de 12,6 jours terrestres, c'est la durée de la rotation du soleil autour de son axe en 25,172 jours, ou 12 j. 586 d'une semi-rotation solaire, dont il faut près de 29 pour égaler l'année terrestre, car 29 semi-rotations font 365,994 jours. Il en est de même pour Mercure et Vénus où il faut 7 et 18 de ces périodes pour une année mercurielle et aphroditique; ce qui donne la série : 7, 18, 29.

J'ai été frappé de l'idée que le grand gouvernail des mouvements dans notre système solaire pouvait être aussi la cause des grands mouvements dans les atmosphères planétaires, par une émanation provenant de *deux centres de perturbations* atmosphériques, distribuées sur le soleil de la même manière qu'à la

surface de la terre, où les grands centres des orages dits typhons de la mer des Indes et ouragans des Antilles, se trouvent tous les deux sous la latitude nord, à peu près vers 20° et 180°, et en longitude sous le 115^{me} degré et le 65^{me} ouest du méridien de l'île de fer. Les moyennes des observations indiquées plus haut nous donnent les différences suivantes par la période d'une semi-rotation solaire de 12.586 jours terrestres.

	jours
I. Par la photographie du soleil de 1875 à 1878............	+ 0.77
II. Des tornades américaines 1790 à 1857..................	+ 0.83
III. Des typhons de la mer des Indes 1783 à 1876...........	+ 0.18
IV. Des orages de Prague 1838 à 1860	— 0.33
V. Des orages de Vienne 1872 à 1876	— 0.09
VI. Des orages de Greenwich 1841 à 1860.................	— 0.45
VII. Des aurores boréales à Abo 1823 à 1831	— 0.17
VIII. Des étoiles filantes de 687 avant J-C. à 1857...........	— 0.33
Moyenne générale :	+ 0.05

Pour expliquer ce résultat on peut supposer :

1° Qu'il y a deux centres de perturbations solaires, qui produisent leur effet maximum sur l'atmosphère terrestre près de l'équateur.

2° Que ces deux centres sont à peu près distants l'un de l'autre de 180 degrés.

3° Que cette influence peut être produite par un rayonnement de chaleur plus fort dans ces centres, ou par une décharge électrique à travers l'espace interplanétaire, occasionnant une variation de la vitesse des couches les plus hautes et les plus rapprochées de notre atmosphère.

Cette différence de vitesse ainsi produite détermine la formation de tourbillons d'autant plus forts et plus rapidement *descendants*, que le rayonnement solaire à travers l'espace la rend elle-même plus grande.

Les photographies sur papier que je présente à la section ont été prises à Prague, à Pontrésina et au col de Stelvio ; elles montrent l'apparence et la diversité des zones d'absorption pendant les orages à neige, à grêle et pendant un orage de novembre 1875 où le ciel était sans nuages.

En terminant sa communication, M. Zengel annonce qu'il tient à la disposition de tous les observateurs qui voudront bien s'occuper de cette question, les détails des expériences qu'il poursuit depuis 1871, et il demande que MM. les directeurs des Observatoires météorologiques, qui organiseraient des observations du même genre, veuillent bien prendre les photographies du soleil, autant que possible, à 11 heures du matin. heure de Prague, afin que, par la comparaison entre elles des observations faites en divers lieux, on puisse déterminer la parallaxe des zones d'absorption et la distance des couches absorbantes.

M. Zengel offre en outre à l'auditoire de donner chez M. Dubosq, une séance

de projections, afin de montrer, agrandies et projetées sur un écran, les zones d'absorption fixées par les clichés photographiques qui composent sa collection. La section décide qu'après la séance on se rendra chez M. Duboscq, pour assister à ces expériences.

M. SILBERMANN

Préparateur au Collége de France.

LA MÉTÉOROLOGIE COSMIQUE.

— Séance du 29 août 1878. —

M. le Général MYERS

Directeur du *Signal Office* des États-Unis.

AVERTISSEUR MÉTÉOROLOGIQUE (1).

L'avertisseur météorologique consiste en un cadre contenant un baromètre, un thermomètre et un psychromètre permettant de faire des observations avec une assez grande précision. A l'aide de légendes et de dispositions ingénieuses, on a inscrit les prévisions que l'on peut déduire de ces observations et de quelques autres, comme la force et la direction du vent, l'état du ciel au lever du soleil, ainsi que de leur comparaison avec les indications fournies par les télégrammes météorologiques, lorsque la localité en reçoit. Ces légendes ne contiennent pas seulement des règles générales applicables partout, et par cela même un peu vagues, mais aussi des règles locales, déduites d'observations spéciales faites sur place ou dans les environs pendant un temps assez long : des dispositions très-ingénieuses permettent de régler pour ainsi dire chaque avertisseur pour la station à laquelle il est destiné et rendent possibles les modifications qui seraient reconnues nécessaires par la suite.

Le nombre des avertisseurs météorologiques actuellement en place dépasse 30,000, et les services rendus sont très-appréciés (2).

(1) Les documents et les modèles envoyés par le général Myers pour être présentés au Congrès sont arrivés le jour de la clôture et n'ont pu être communiqués en séance. Ils ont cependant pu être étudiés par un certain nombre de membres, et la Commission de publication a décidé qu'un court extrait serait donné dans le compte-rendu du Congrès de Paris.

(2) Un modèle de cet appareil figurait à l'Exposition universelle de 1878. Pour des renseignements plus complets, voir le journal *la Nature*, 1878, 2e semestre, p. 387.

Vœux émis par la 7e Section

I

Sur la proposition de M. Monteil :

La section a émis un vote d'encouragement pour la Commission météorologique du Morbihan.

II

Sur la proposition de M. Reymonet, la section émet le vœu suivant :

Que la franchise télégraphique soit accordée aux télégrammes météorologiques africains, à travers le câble méditerranéen et sur le territoire français, en vue des échanges internationaux et notamment avec l'Italie.

L'ordre du jour de la Section de Météorologie comprenait plusieurs autres travaux qui n'ont pu être communiqués en séance faute de temps. Nous en reproduisons les titres ci-après :

M. Froment. — Établissement d'un Observatoire au Mézenc.
M. Maradeix. — Suppression de la grêle et du tonnerre.

Présentation de travaux imprimés

ENVOYÉS AU CONGRÈS

POUR ÊTRE COMMUNIQUÉS A LA SECTION.

Bulletin de la Commission météorologique agricole du Morbihan.

3me Groupe

SCIENCES NATURELLES

8me Section

GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE

PRÉSIDENTS D'HONNEUR. . . .	MM. FAVRE (Alphonse), Professeur de géologie à l'Académie de Genève.
—	CAPELLINI, Professeur de géologie à l'Université de Bologne.
—	VILANOVA y PIERA (Dr), Professeur de paléontologie à l'Université centrale de Madrid.
—	DAUBRÉE, Membre de l'Institut, Directeur de l'École des mines.
—	GAUDRY, Professeur au Muséum d'histoire naturelle de Paris.
PRÉSIDENT	M. le comte de SAPORTA, correspondant de l'Institut.
VICE-PRÉSIDENTS	MM. COTTEAU, Ancien président de la Société géologique de France.
—	MORIÈRE, Professeur à la Faculté des sciences de Caen.
SECRÉTAIRES	MM. LENNIER, Directeur du musée du Havre.
—	Dr CH. BARROIS, maître de conférences à la Faculté des sciences, de Lille.

M. DAUBRÉE

Membre de l'Institut, directeur de l'École des mines.

EXPÉRIENCES RELATIVES A LA CHALEUR, QUI A PU SE DÉVELOPPER PAR LES ACTIONS MÉCANIQUES DANS LES ROCHES, ET PARTICULIÈREMENT DANS LES ARGILES (1).

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. DAUBRÉE a fait une série d'expériences dans le but de rechercher les effets calorifiques produits dans les roches par des *actions intérieures*, ainsi que par leur *frottement mutuel.*

A l'aide de machines puissantes employées dans la fabrication des briques, on parvient à échauffer très-notablement l'argile, même dans un temps assez court.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXXVI, p. 1047 à 1101.

Si, au lieu de se servir d'argile *dure*, on opère avec de l'argile *molle*, c'est-à-dire après qu'elle a été rendue plus plastique, par l'addition d'une petite quantité d'eau, la température s'accroît d'une manière incomparablement moins rapide. Ce contraste s'explique, parce que, dans ce dernier cas, les particules, en quelque sorte lubréfiées, glissent les unes sur les autres.

Parmi les déductions géologiques qui sont à tirer de ces expériences, il en est qui concernent particulièrement le métamorphisme. Lorsque les couches ont été infléchies et contournées, elles étaient déjà à l'état solide; mais comme il n'existe aucun corps parfaitement rigide, ces roches, en même temps qu'elles se déformaient, paraissent avoir subi aussi des mouvements intérieurs. Un des faits qui amènent à cette conclusion, c'est que beaucoup de ces roches ont acquis dans ces mouvements la structure feuilletée. Il ne s'agit pas seulement des argiles, mais aussi des calcaires et des quartzites.

D'un autre côté, une faible élévation de température peut suffire pour faire naître des réactions chimiques, ainsi que le démontre, pour des substances analogues, la production contemporaine des zéolithes dans des briques romaines, à des températures qui n'atteignaient pas 50 degrés.

On s'explique ainsi que des roches argileuses se soient transformées en phyllades dans les couches nummulitiques qui ont été fortement disloquées, tandis que d'autres roches argileuses ont conservé leur nature plastique dans les couches siluriennes qui ont gardé leur horizontalité.

En résumé dans beaucoup de massifs où le métamorphisme s'est développé sur de grandes dimensions, et loin de l'apparition de toutes roches éruptives, la chaleur qui a présidé à la transformation des roches et à l'apparition de nouvelles espèces minérales, peut avoir été causée par les actions mécaniques mêmes que subissaient ces roches.

M. le Dr Ch. BARROIS

Maître de conférences à la Faculté des sciences de Lille.

LE TERRAIN CRÉTACÉ DES ARDENNES ET DES RÉGIONS VOISINES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 23 août 1878.* —

L'auteur décrit les variations des différentes zones du terrain crétacé dans les huit départements du Pas-de-Calais, du Nord, de l'Aisne, des Ardennes, de la Meuse, de la Marne, de l'Aube et de l'Yonne, qui forment la bordure orientale du bassin crétacé de Paris.

M. L. BESNOU

D'Avranches.

EXAMEN D'UN NOUVEAU MINERAI DE MERCURE, SUBLIMÉ CORROSIF NATIF.

— *Séance du 24 août 1878.* —

En 1850, M. Golfier, alors chirurgien de 2me classe de la marine, me pria d'examiner un morceau assez volumineux d'un minerai fort dense qu'il supposait pouvoir être un composé arsenical d'après les usages auxquels il l'avait vu employer par quelques capitaines de navires de commerce fréquentant les mers du Sud. Il leur servait, en effet, pour conserver les peaux précieuses avec plus d'avantage, disaient-ils, que ne leur offrait le savon arsenical.

Selon cet officier de santé, ce minerai serait assez répandu aux environs d'Iquique, dans le désert d'Atakama, au milieu des terrains nitrifères.

C'était une masse de plus de deux cents grammes ; elle était recouverte d'une efflorescence couleur ocre jaune. Sa forme était presque *cubique*. Sa cassure était chatoyante, cristalline, fibreuse, en aiguilles déliées et brillantes. La saveur en était austère.

L'ensemble de ces caractères me fit douter sur-le-champ que ce pût être un minerai arsenical. L'efflorescence jaune, qui recouvrait et cachait la masse aiguillée dissoute dans l'acide azotique me donna toutes les réactions d'un sel de bioxyde mercurique et l'action de la chaleur ramena bientôt au rouge aurore ou orange l'hydrate de bioxyde que j'avais sous les yeux.

La solubilité dans l'eau, l'alcool et surtout l'éther sulfurique et les autres réactions chimiques qui spécifient et caractérisent le bichlorure de mercure me furent données par la partie cristalline blanche, *sans traces d'aucun autre sel.*

Il ne me fallait devant ce résultat rien moins que l'affirmation et les détails circonstanciés qui me furent donnés par mon honorable ami et collègue M. Golfier, pour me résoudre à croire qu'il n'y avait pas eu confusion d'un autre minerai avec un fragment de sublimé, que M. Golfier aurait pu avoir acheté pour les besoins de son service en cours de campagne, quoique la quantité qu'il en avait fût immensément exagérée eu égard à celle que comporte le tarif habituel d'un petit bâtiment de l'État.

Aucun auteur, que je sache, n'a encore signalé ce nouvel état du mercure dans la nature.

M. Golfier ne m'ayant pas autorisé à prendre une portion de ce frag-

ment volumineux, je n'eus point l'indiscrétion de m'en approprier un échantillon. J'ai su depuis que M. Golfier qui habite actuellement Saint-Brieuc ou Lannion en avait donné à M. Adolphe Vincent, ancien inspecteur général adjoint pour la pharmacie à Paris, et à M. Langonné, pharmacien de première classe en retraite, et, que la presque totalité de l'échantillon a du être offert à M. le marquis de Larochejacquelin.

Ce bichlorure se trouvait au milieu des terrains salpêtrés des environs d'Iquique, sur un sol peu élevé, dépourvu de toute végétation, sous forme de masses cuboïdes, éparses au milieu de couches d'argile, stratifiées avec des sables calcaires ou avec de petits bassins crétacés fort circonscrits et en contact avec des couches nitrées qui y sont très-abondantes.

Ce terrain, du reste, est très-connu des géologues et naturalistes, ainsi que des capitaines de navires de commerce. Il est très-tourmenté ; aussi varie-t-il beaucoup dans sa constitution géologique à de très-faibles distances et les stratifications en sont-elles sans régularité.

A une très-faible profondeur, ce sol est très-humide; aussi le piétinement des chevaux laisse-t-il suinter dans l'empreinte de leurs pieds une très-grande humidité, qui, par suite de l'évaporation, donne lieu à des dépôts cristallins de nitrate de soude, mêlé sans doute à du sel marin.

Si l'on tient compte de cette coexistence du sel marin et du nitrate de soude, si surtout l'on admet (ce qui selon moi est bien probable et facile à concevoir) que la formation du nitrate d'ammoniaque précède toujours la production des nitres à oxydes alcalins fixes, comme je l'ai établi et soutenu le premier en 1844, lors de mes examens à l'école de Pharmacie de Paris, devant MM. Bussy, Duméril et Chatin, et qu'ainsi cette dernière transformation en nitrates fixes ne soit qu'un phénomène consécutif, il me semble facile de se rendre raison de la production de ce bichlorure, soit par une transformation complète d'un autre composé mercuriel, soit par la perchloruration du calomel qui pourrait s'y trouver formé. J'ai appris depuis qu'en effet le Kerargyre se trouve dans cette région ou aux environs.

La décomposition si facile et à des températures relativement si basses que j'ai signalées et rapportées dans ma note insérée aux Comptes-rendus de l'Institut du 5 août 1851 sur les iodures, bromures et chlorures alcalins résumés en tableaux, rend bien probable cette curieuse et importante transformation, et cela, sans qu'il soit nécessaire de recourir à la présence et à l'action catalytique de matières organiques, qui pourraient apporter leur concours à la nitrification et à la chloruration.

L'existence des chlorures alcalins ne saurait y être mise en doute, puisque c'est dans la vallée d'Atakama que l'on trouve avec tant de profusion le sable vert de sous-chlorure de cuivre qui porte à cause de son origine le nom d'Atakamite.

La forme cubique de l'échantillon dont il s'agit ne pourrait-elle avoir pour cause une substitution de sel mercurique, opérée avec lenteur sur quelques blocs ou cristaux peu volumineux de *Salmare*.

L'observation que je présente ici me paraît avoir d'autant plus d'importance, voire même d'intérêt, que ces masses atteignent, m'a affirmé M. Gollier, jusqu'à cinq et six cents grammes: elles sont, dit-il, aussi assez abondamment répandues, puisque déjà plusieurs capitaines de navires du commerce les employaient pour l'apprêt et la conservation des peaux précieuses.

Il y a donc là, dans le double intérêt de la science et de l'industrie, à vérifier l'exactitude de ce fait, la nature et la situation de ce gisement et l'importance qu'il peut présenter.

C'est dans ce but que je viens de rédiger à la hâte cette note pour la soumettre au Congrès international où il pourrait se trouver quelques savants américains en mesure de fixer la science sur l'existence réelle du bichlorure de mercure natif.

M. SIRODOT

Doyen de la Faculté des sciences de Rennes.

LE PLAN DE GISEMENT DU MONT DOL ET LA SÉRIE DES TERRAINS STRATIFIÉS ET MODE DE FORMATION DE LA PLAINE BASSE CONSTITUANT LES MARAIS DE DOL.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 24 août 1878.* —

M. Sirodot donne le plan du gisement du mont Dol; il indique la série des terrains stratifiés qu'il a pu reconnaître, grâce à de nombreux puits qu'il a fait creuser à cet effet. Les différentes formations qui constituent le sol du marais de Dol et de la baie du mont Saint-Michel ne doivent pas leur diversité à des oscillations du sol; elles délimitent autant de périodes pendant lesquelles la baie du mont Saint-Michel a été ouverte ou fermée à la mer, par suite de la rupture et du rétablissement d'un cordon littoral.

M. le Comte de LIMUR

de Vannes

NOTES SUR QUELQUES SUBSTANCES MINÉRALES OU GISEMENTS DANS LES HAUTES-PYRÉNÉES

(EXTRAIT.)

— *Séance du 24 août 1878.* —

Un séjour de plusieurs mois dans les Hautes-Pyrénées nous a permis de faire de nombreuses explorations dans le but de chercher et de récolter sur place les substances que ces montagnes contiennent, dont le plus grand nombre a déjà été etudié et décrit par divers auteurs.

Cette note n'a d'autre but que d'indiquer aux minéralogistes, nos collègues, les points à visiter.

Loin de nous, s'il nous arrivait quelque omission en parlant de diverses substances, toute idée de penser à passer sous silence les *recherches* de toute nature faites à différentes époques par d'autres personnes.

LA COUZÉRANITE.

La couzéranite est loin d'être une substance *nouvelle*. La première description en fut faite par M. de Charpentier; Beudant, en 1832, place cette substance au nombre des silicates mal connus. M. Dufrenoy décrit ses caractères, puis, plus tard, le même auteur considère la couzéranite comme une espèce à part et cristallisant dans le système du prisme oblique rhomboïdal.

M. Des Cloizeaux, reprenant le travail de M. Dufrenoy, place la *couzéranite* dans le groupe si nombreux des wernérites, et il détermine sa forme cristalline : un prisme droit à base carrée.

D'autres minéralogistes, MM. Adam, Pisani, ainsi que M. Des Cloizeaux, professent la même opinion.

Commençons par indiquer le gisement où les échantillons bien cristallisés, transparents et vitreux se montrent en cristaux d'une dimension exceptionnelle. On peut voir dans notre galerie (salle n° 3, vitrine 97) des cristaux de cette espèce n'ayant pas moins de 4 centimètres de long dans un calcaire métamorphique gris clair, saccharoïde; quelquefois accompagné de petites gerbes d'amphibole vert radié ; actinote.

Après avoir passé le pont de Pouzac et passé la barrière du passage à niveau ; en montant sur la route qui va d'Ordizan à la jonction de celle de Toulouse, à quelques centaines de mètres à gauche en montant, toujours dans la direction. vers la haute route de Toulouse, après avoir passé la carrière dite la sablière de Pouzac; on voit à gauche une pente raide, couverte de débris; si on regarde à 10 ou 12 mètres vers le sommet, on peut remarquer un banc de 50 à 60 centimètres de puissance, c'est le gisement de la couzéranite en grands cristaux

vitreux. Il est assez difficile d'y monter sans un solide bâton car la pente est raide et ébouleuse.

Plus loin, en continuant la route, toujours dans la même direction, un peu avant le château de M. de Langle, on passe près d'un petit champ; là encore le terrain est sableux; il est facile de récolter à portée de la main, des fragments d'un calcaire jaune pétri de petits cristaux très-nets, vitreux, violacés foncés, gris, blancs; certains de ces cristaux paraissent montrer leur pointement (voir notre galerie, salle 3, vitrine 97). Nous ne savons si ce sont ceux dont M. Des Cloizeaux a parlé article Dypire (voir son *Manuel*, page 226).

Un peu plus loin, on trouve aussi sur le bord de la route des masses de calcaire jaune qui sont pénétrées de cristaux de couzéranite altérée (ce sont des échantillons que l'on voit communément dans les collections).

A Gerdes, vallée de Campan, dans un petit chemin creux, la même couzéranite dont les prismes sont mieux conservés.

Mais c'est sur un rocher, aujourd'hui probablement disparu, près d'Asté (car on allait en ce moment tracer une petite route de village) que nous avons rencontré les plus remarquables groupes, ceux que nous avons l'honneur de vous soumettre. Ils en étaient en saillie sur le rocher.

LE SPHÈNE.

Titane silicéo-calcaire; *titanit* des Allemands.

Dans le gisement que nous allons indiquer, le sphène se trouve sous la forme de petits cristaux d'un jaune de miel, dans une syénite fortement altérée.

M. Zirkel, le savant professeur de l'Université de Leipsig, considère ce gisement comme étant le plus riche en titanit qu'il connaisse. A notre demande, il a bien voulu prier M. Arthur Becker d'en faire l'analyse.

Voici cette analyse :

Oxyde de titane ($Ti\,O^2$), chaux ($Ca\,O$), fer oxyde ($F\,O$), alumine ($Al^2\,O^3$), oxyde du fer ($F^2\,O^3$).

Pour en trouver le gîte, dépassez un peu la carrière de la Sablière entre cette dernière et le banc à couzéranite vitreuse se trouve cette syénite, passant à l'état d'arène (1).

FER OLIGISTE PRISMÉ

On cite le fer oligiste prismé, rare; au Mont-d'Or, au Saint-Gothard, à Framont sous la forme de prismes presque tabulaires.

De toutes les localités connues, aucune ne montre des cristaux mieux déterminés et plus nets. On les trouve dans un calcaire ferrugineux à la serre de Pouzac, vers la route de Toulouse. (Voir notre galerie salle 2, vitrine 70, — des échantillons de luxe, pour les substances métalliques — et 76 de la collection générale).

LIMURITE

Cette roche est à base d'axinite; elle a été désignée par M. Froissard, président de la Société Ramond, sous le nom de *Limurite* (Voir le *Bulletin de*

(1) M. Zirkel a bien voulu nous faire don d'une préparation de cette roche. (Plaque au 20e de millimètre.)

la Société Ramond) ; après en avoir déposé au musée de Bagnères un grand échantillon, il nous vint à l'idée d'en adresser un autre à M. Vogelsang, professeur à l'Ecole royale des mines de Holland, à Delft.

M. le professeur Zirkel, après nous avoir annoncé le décès de M. Vogelsang, nous demanda la caisse et son contenu pour lui, à Leipzig ; après avoir examiné les échantillons, il nous faisait l'honneur de nous écrire de Leipzig :

« La Limurite est une roche très-intéressante et il me fait grand plaisir d'en » posséder deux morceaux (dans la caisse envoyée à Delft nous en avions mis » deux très-grands échantillons).

» Cette pièce vaut bien la peine d'être examinée microscopiquement, et, si » vous voulez me le permettre, j'en veux faire l'analyse exacte. »

ANALYSE DE LA LIMURITE

(*Lettre de M. Zirkel, du 20 juin 1878*)

« En même temps, on a examiné la Limurite, c'est une roche fort intéressante, au microscope elle présente les éléments suivants :

» A. L'axinite très-claire, d'un brun gris pâle, forme souvent des cris- » taux très-nets ou elle pénètre dans l'intérieur du quartz ;

» B. Beaucoup de pyroxène très-fissile, d'un vert jaunâtre et d'un brun pâle ;

» D. Un peu d'amphibole, filamenteux, d'un vert sombre, facilement divi- » sible en morceaux :

» D. Des grains limpides de quartz avec des parties incluses en même » temps que des libelles ;

» E. Du beau calcaire rhomboédrique ;

» Le feldspath manque complètement !!!

» Ainsi c'est une roche typique comme l'herzolite et l'eclogite. Si vous voulez » bien, monsieur le comte, me faire savoir où et comment se trouve la » limurite, qui lui a donné son nom, et si déjà elle a été l'objet d'une publi- » cation française ; alors je pourrais publier à ce sujet une petite notice dans » un journal allemand, afin que cette belle roche soit connue parmi nous.

» Je dois reconnaître que jusqu'à présent je n'ai pas eu connaissance de son » existence, et que, dans notre littérature, je n'ai rien rencontré à ce sujet. »

Si vous montez vers le lac Bleu, après avoir passé quelques lacets dans les bois, sous la mousse, on voit quelques affleurements par petites places, et il faut chercher avec attention de cette roche à base d'axinite. Nous sommes persuadé que, dans quelques autres parties de ces montagnes, que nous n'avons pas explorées, elle existe en masses plus importantes, vu les gros blocs sporadiques que l'on trouve épars dans le lit de l'Adour.

Dans ce massif des montagnes entre le Pic-du-Midi et Bagnères-de-Bigorre, aux Portes d'Enfer, on trouve de remarquables spécimens du fer oligiste laminaire, dans l'Ophite de Palassou ainsi que des échantillons de choix d'épidote vert radié, etc., etc. Ce gisement nous a été indiqué par M. Vaussenat, ingénieur civil à Bagnères-de-Bigorre.

A l'Esponne et le long de la route, dans les blocs retirés de l'Adour, on peut récolter des tourmalines, de belles macles noires en saillie sur les roches, etc., etc.

Les limites imposées à cette note ne nous permettant pas de plus amples détails, nous prions le lecteur de vouloir bien jeter un coup d'œil sur notre note publiée en octobre 1878 (1).

M. REY LESCURE

Membre de la Société géologique, lauréat de la Société nationale d'agriculture de France.

PHOSPHATES DE CHAUX DU QUERCY.
DISLOCATIONS ET PLISSEMENTS DANS LES TERRAINS DU SUD-OUEST.

— *Séance du 21 août 1878.* —

En faisant aujourd'hui passer rapidement sous les yeux des membres de la section de géologie de l'Association française la réduction au $\frac{1}{320.000^e}$ (en cours d'impression) de la carte géologique du département de Tarn-et-Garonne, que nous avions présentée et décrite à la réunion de Clermont (2), nous nous proposons pour but spécial de jalonner, en quelque sorte, la trace des diverses dislocations qui ont affecté notre pays et qui ont provoqué, sans nul doute, la venue au jour de diverses substances et notamment des *phosphates de chaux du Quercy* aujourd'hui si connus, après avoir été si bien étudiés par MM. Daubrée (3), Gaudry (4), Filhol (5), etc.

C'est assurément une des questions de géologie les plus intéressantes, tant au point de vue théorique qu'au point de vue pratique, que celle de la formation et de la venue au jour de ces phosphates de chaux; aussi avons-nous cru, plusieurs personnes nous l'ayant d'ailleurs demandé, devoir en dire quelques mots.

Tout le monde sait aujourd'hui que, par un concours de circonstances aussi heureux que fortuit, la paléontologie s'est enrichie, par l'exploitation de ces phosphates, d'une faune très-variée, très-remar-

(1) Voir notre petite brochure : *Explorations minéralogiques dans les Hautes-Pyrénées ou indications topographiques sur quelques substances peu connues*. Vannes, 1878, imprimerie Galles.

(2) *Compte rendu de la 5e session*. 1876. — Clermont.

Voir aussi : *Bull. soc. hist. nat. de Toulouse*, t. VIII, p. 222. — 1874. *Bull. soc. géol.* 3e série, t. III, p. 398 — 6 avril 1875.

Cette carte a obtenu : 1° une médaille d'or de la Société nationale d'Agriculture de France; 2° une autre médaille d'or au concours régional de Montauban; 3° une mention honorable à l'exposition internationale des sciences géographiques; 4° une souscription du ministère des travaux publics.

(3) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LXXIII, p. 1028. — 1871.

(4) *Enchaînements du Monde animal*, par M. Gaudry, 1871. — Savy, libraire.

(5) *Annales des Sciences géologiques*, t. VII, 1876. Masson, libraire.

quable et très-précieuse à raison des aperçus nouveaux qu'elle ouvre dans les questions si délicates de l'enchainement des êtres, de la date de leur apparition, de leur évolution, de la formation et de la fixation des espèces et des races.

Il nous suffira de citer parmi les nombreux débris de mammifères fossiles qu'on y a découverts, dans un état plus ou moins parfait de conservation, les *didelphys*, *hyœnodon*, *proviverra*, *acerotherium*, *hyrachyus*, *pachynolophus*, *cebochœrus*, *anthracotherium*, *eurytherium*, *diplobune*, *xiphodon gracilis*, *prodremotherium*, *hyœmoschus*, *ancylotherium*, *cynodon*, *pseudœlurus*, *adapis*, *cynodictis*, de très-nombreux ossements de rongeurs et de carnassiers à côté des formes bien connues des *palœotherium* et des *lophiodon*.

Mais, cette belle part faite à la paléontologie, il est nécessaire de revenir à la question purement géologique ou stratigraphique, afin de ne pas être exposé, comme l'ont fait quelques paléontologistes, à prendre cette faune accidentelle pour la source elle-même des phosphates de chaux.

Tout le monde est à peu près d'accord aujourd'hui pour reconnaitre une origine hydro-minérale ou hydro-thermale à la production considérable des phosphorites du Quercy, dont le savant professeur du muséum, M. Daubrée, a si bien décrit en 1871 le mode de gisement.

Mais le nombre considérable des exploitations ouvertes depuis cette époque, l'avancement des travaux en surface et en profondeur permettent aujourd'hui d'ajouter quelques nouvelles indications à celles qui ont été déjà fournies par les auteurs qui s'en sont occupés.

Nous avons, il y a déjà quelques années, relevé les alignements de presque toutes les phosphatières de Tarn-et-Garonne et d'un certain nombre de phosphatières du Lot. Nous avons, presque toujours et presque partout, retrouvé deux orientations, soit dans les axes des carrières, soit dans les parois verticales des calcaires, soit dans la direction des amas de phosphate et de boues ou terres phosphatées, soit encore dans celle des calcaires affectés de redressements plus ou moins caractérisés dans leur voisinage. Les variations très-légères ne tenaient la plupart du temps qu'à la résistance des calcaires encaissants qui avaient dévié ces alignements.

En outre les phosphatières sont disséminées par groupes, suivant certains alignements parallèles, perpendiculaires ou obliques à 60° environ à la direction moyenne des fractures des couches.

Or de ces deux directions moyennes, la première est comprise entre l'E.-N.-E. et le N.-E., et par conséquent se rapprocherait assez du système de la Côte-d'Or, tandis que la seconde, placée entre le N.-O. et le N.-N.-O., serait assez voisine du système du Mont-Viso, orienté N. 20° O.

Nous n'inclinons pas à limiter et à systématiser l'action des forces naturelles, mais si l'on tenait à rapprocher les premières dislocations probables des terrains jurassiques des systèmes connus, c'est, croyons-nous, à ces deux directions que l'on devrait surtout se reporter, pour chercher les analogies et la part d'influence que les mouvements de cette époque ont pu avoir sur nos terrains.

Des études plus étendues, plus prolongées que celles que nous pouvons présenter ici démontreront peut-être un jour qu'il faut faire remonter assez haut dans les temps géologiques les phénomènes lacustres de notre contrée.

Quoi qu'il en soit, une date suffisamment précise, celle de l'Éocène supérieur, peut-être même de l'Éocène moyen, semble aujourd'hui acquise par l'étude des fossiles du Quercy et notamment par la découverte du palœotherium et du lophiodon et de quelques mollusques de cette époque dans l'intérieur ou dans le voisinage des poches à phosphates.

Or si, d'un autre côté, on rapproche cette donnée paléontologique de celles que peut fournir l'étude stratigraphique, on sera amené à des conclusions à peu près identiques.

En effet, cette double orientation représente assez exactement la moyenne des directions des fentes, poches et crevasses des plateaux oxfordiens dans lesquels on trouve et on exploite dans le Quercy les phosphorites ou phosphates de chaux tribasiques.

Or si l'on étudie attentivement les axes anticlinaux et synclinaux des plissements, des bombements, des voûtes, des ondulations, des affaissements en fond de bateau ou en U, des failles qui accidentent ces terrains, des crevasses, des cavernes, des fractures si multipliées des diverses couches, des émergences de sources ordinaires, calcaires, magnésiennes ou ferrugineuses dans les terrains jurassiques des vallées de la Vère, de l'Aveyron et du Lot, on reconnaitra bientôt un ensemble de plis qui ont imposé à ce pays sa configuration, son relief, la distribution de ses terrains, la direction et les sinuosités de ses cours d'eau.

Cette direction N.-N.-O. et la direction E.-N.-E qui lui est perpendiculaire représentent assez exactement les axes hydro-minéraux ou hydro-thermaux par lesquels ou dans le voisinage desquels se sont produites les émissions de pisolithes de fer, de bauxites, d'oxydes de manganèse, de phosphates de chaux, d'argiles et de sables réfractaires, d'alunites, de kaolins et sur d'autres points de gypse, dans les départements de Tarn-et-Garonne, près de Caylus et de Bruniquel, et du Lot près de Fumel, de Luzech, de Puy-l'Évêque.

Il ne saurait entrer dans le cadre de ce travail et dans les limites de la présente communication de passer en revue les faits nombreux qui

militent en faveur de cette manière de voir et de faire connaître les nombreuses dislocations orientées, les plissements et les failles qu'on observe sur bien des points dans le Sud-Ouest. Nous dirons toutefois que nous ne pensons pas qu'il faille avec MM. Élie de Beaumont et Vézian remonter jusqu'à l'époque triasique pour rapporter aux deux systèmes à peu près perpendiculaires du Thuringerwald et du Mont-Seny les dislocations des terrains de l'Albigeois et du Quercy orientées N.-O. et N.-E., quoique cette dernière ligne du Mont-Seny soit jalonnée, suivant M. Vézian, de la région volcanique du grand-duché du Rhin, où se font souvent ressentir des tremblements de terre, à la région hydrothermale des Pyrénées centrales, où se présentent souvent les mêmes phénomènes.

Mais nous devons dire que nos recherches dans la région nous ont amené à constater l'action combinée à des époques incontestablement plus récentes de deux actions plus ou moins énergiques dirigées à peu près du S.-E. au N.-O. et du S.-O. au N.-E.

Les phénomènes de dislocations orientées s'observent dans le Lot, le Tarn-et-Garonne, le Tarn, la Dordogne, les Charentes, le Gers, la Haute-Garonne, l'Aude et l'Ariège, et ces orientations se rapprochent presque partout des directions que nous avons indiquées.

Des faits nombreux semblent établir aussi que les axes hydrographiques de l'Ariège, d'une partie du cours de la Garonne, du Tarn, de l'Aveyron, du Lot et de leurs nombreux affluents doivent leur direction orientée, sinueuse ou rectiligne, directe ou infléchie, non-seulement à la résistance des roches, mais encore aux lignes de dislocation le plus souvent transformées en lignes de vibration et de fracture souterraines, invisibles mais réelles, qui deviennent à leur tour peu à peu des directrices de sédimentation et d'érosion.

Nous croyons pouvoir résumer nos observations, dont le plus grand nombre a été exposé devant la Société géologique en 1877 (1), dans les lignes suivantes :

Dans la région du Sud-Ouest les axes de dislocation, de bombement, de redressement des couches, de fracture, d'émission de substances utiles, d'apparition de sources, de creusement des vallées sont presque toujours dirigés N.-N.-O. et E.-N.-E., principalement du côté du Plateau central, et plus souvent O.-N.-O. et N.-N.-E. du côté des Pyrénées. Les directions N.-O. ou N.-E., E.-O. ou N.-S. y sont bien plus rares.

On constate donc, dans la région, un double système ou réseau juxtaposé et parfois superposé de plis et de failles, alignés suivant des axes orientés dans quatre directions différentes. Presque tous les phénomènes

(1) *Bull. soc. géol.*, 3e série, t. V, — 15 janvier 1877. p. 199.

de plissement, de fracture et de dénivellation peuvent se rapporter à ces directions.

Aussi, que par comparaison on rapporte les premières dislocations du Sud-Ouest aux systèmes plus anciens ou qu'on les en déclare indépendants, il n'en est pas moins vrai que les dislocations postérieures ont emprunté à peu près les mêmes directions. Qu'on rapporte les fractures O.-N.-O. au système des Pyrénées et des Alpes-Maritimes, les fractures N.-N.-E. à celui des Alpes occidentales ou qu'on les considère comme purement régionales, il n'en est pas moins vrai que les forces ont agi en même temps dans les Pyrénées et à une distance plus ou moins grande parallèlement ou perpendiculairement, synchroniquement ou par récurrence.

Nous pensons qu'on sera tôt ou tard amené à reconnaître la réalité et le rôle considérable d'un ensemble ou d'un système de dislocations perpendiculaires, orientées N.-N.-O. et E.-N.-E. qui a affecté plus spécialement le revers occidental du plateau central et auquel nous proposons de donner le nom de système du Quercy. On pourrait peut-être en rapprocher synchroniquement et perpendiculairement le système du Sancerrois de M. Raulin, repris et étudié par M. Douvillé dans le Berry (1), et plus spécialement dans notre région le système du Castrais ou de la Montagne noire.

Il est aussi probable que l'étude des failles et des plissements attentivement poursuivie sur les bords du Plateau central, amènera bientôt la constatation d'un système récent perpendiculaire à celui des Pyrénées et selon toute vraisemblance très-voisin comme époque de ce dernier. Nous rangerons provisoirement sous le nom de système d'Auvergne, du Rouergue ou du Cantal les dislocations plus ou moins importantes observées dans la direction N.-N.-E. afin de pouvoir rattacher à ce groupe les failles, plissements et sinuosités de l'Aveyron, de la Bonnette et de la Seye et celles qui semblent s'accuser dans les départements voisins.

Tout semble démontrer que la fin de l'époque crétacée et le commencement de l'époque tertiaire, l'époque sidérolithique, a été le moment de grandes dislocations soit en France, soit en Europe, et qu'à partir du soulèvement des Pyrénées, les forces éruptives et soulevantes et les forces volcaniques aient été partout en croissant. L'étude de ces questions présente donc un grand intérêt.

(1) *Bull. soc. géol.*, 3e série, t. IV, p. 92. 1875.

M. DAUBRÉE

Membre de l'Institut, Directeur de l'École

SUR L'ORIGINE DU PHOSPHORE DANS SES DIFFÉRENTS GISEMENTS, ET EN PARTICULIER DANS CEUX DU QU RCY.

— *Séance du 24 août 1878.* —

L'opinion sur l'origine du phosphore contenu dans les gîtes du Quercy, que M. Rey-Lescure a adoptée, à la suite de ses intéressantes recherches, est tout à fait conforme à celle que j'avais émise, lorsque j'ai fait connaître ces gisements en 1871 (1), au moment de leur mise en exploitation, et que j'avais antérieurement motivée, dans un mémoire sur les *gisements des phosphates* (2).

Contrairement à l'opinion de divers géologues, je n'ai jamais hésité à penser que ce phosphore, malgré son association à des ossements fossiles, est d'origine inorganique et profonde.

Si le phosphate de chaux renfermé dans les terrains stratifiés se présente fréquemment sous des formes qui rappellent qu'il a passé par la vie, il n'en est pas de même de celui qui est associé aux roches éruptives et aux filons métallifères.

On sait que les roches granitiques montrent parfois le phosphore à l'état d'apatite, ainsi qu'à celui d'autres combinaisons phosphatées. Mais ce sont surtout les roches éruptives basiques qui sont riches en phosphore, ainsi que l'ont constaté de nombreuses analyses chimiques.

Un exemple des plus remarquables de cette richesse des roches volcaniques en phosphate se montre en Espagne, à Jumilla, province de Murcie.

Quant aux filons métallifères et amas d'origine analogue, on sait qu'ils fournissent des échantillons les plus élégants d'apatite qui ornent les collections. C'est encore sous forme de véritables filons que l'apatite se présente dans l'Estramadure et dans la région voisine du Portugal. On connaît également l'association de l'apatite aux amas de minerais de fer subordonnés aux gneiss de la Scandinavie. C'est dans des gisements de cette nature qu'on en a exploité des quantités considérables en Norwége, notamment aux environs de Drammen. Une connexion semblable ressort clairement de l'étude des gîtes de phosphorites du Nassau, déposés exactement, comme les minerais de manganèse et de fer de la

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LXXIII, pag. 1028, 1871.
(2) *Annales des mines*, 6e série, t. XIII, pag. 67.

même région, dans les dépressions du calcaire dévonien. Il en est de même en Belgique, aux environs de Verviers et ailleurs.

Dans ces deux catégories de gisements, roches éruptives et filons métallifères, les phosphates paraissent tout à fait indépendants de l'action des êtres organisés.

C'est dans les profondeurs du globe, d'où dérivent les roches éruptives, que se trouvent les réservoirs principaux de phosphore, conformément à l'idée émise par Elie de Beaumont. C'est de ces réservoirs intérieurs que les terrains stratifiés et l'Océan ont principalement tiré, aux diverses époques, et souvent d'une manière indirecte, le phosphore qu'ils renferment.

En dehors même du globe terrestre, les météorites nous apportent un argument décisif, en faveur de cette conclusion.

Le fer métallique, qui caractérise d'une manière si générale les météorites, renferme ordinairement, comme l'a reconnu Berzélius, une petite quantité de phosphore. Mais, au lieu d'y constituer des phosphates, comme il arrive toujours pour les roches terrestres, il s'y trouve à l'état de phosphure, genre de combinaison qui n'a pas encore été signalée dans notre globe. Ces combinaisons, le plus souvent invisibles, se sont parfois isolées et constituent des phosphures de fer et de nickel, auxquels on a donné le nom de schreibersite et de rhabdite.

Ces observations ne s'appliquent pas seulement aux fers météoriques (holosidères, syssidères et sporadosidères), mais aussi aux grains métalliques, quelquefois extrêmement fins, qui sont disséminés dans les météorites dites pierreuses. On peut donc conclure, d'une manière générale, que les météorites renferment des phosphures, au moins en petite quantité.

Entre autres conséquences que l'on peut tirer de ce fait, nous en formulerons trois :

1° Les météorites nous apportent une preuve de la diffusion générale du phosphore à travers les espaces célestes, comme dans notre globe, à la surface duquel il remplit un rôle fondamental dans l'économie des êtres vivants;

2° Dans ces masses extra-terrestres, formées de silicates anhydres et dont les analogies avec les produits de voie sèche annoncent si clairement le mode de formation ignée, on est forcé de reconnaître, non moins que dans nos roches volcaniques, l'origine inorganique du phosphore;

3° Enfin, on a reconnu que ces météorites, et particulièrement celles du type le plus commun, présentent des analogies frappantes avec certaines roches terrestres, notamment avec les roches éruptives basiques, que, d'autre part, des considérations purement géologiques amènent à considérer comme un réservoir du phosphore.

Ainsi, au point de vue de la dispersion du phosphore, comme pour bien d'autres questions, les masses extra-terrestres ou cosmiques, dont les météorites nous apportent des fragments, élargissent d'une manière imprévue le champ des observations, restreintes jusqu'à présent aux parties superficielles de notre globe, les seules qui soient accessibles à nos investigations. Les régions profondes du globe tiennent en réserve le phosphore, aussi bien que d'autres corps, que l'on a pu longtemps croire l'apanage des parties externes.

M. le Dr Ch. BARROIS

Maître de conférences à la Faculté des sciences de Lille.

DESCRIPTION DU TERRAIN CRÉTACÉ DU BASSIN D'OVIÉDO.

— *Séance du 21 août 1878.* —

M. COTTEAU

Ancien président de la Société géologique de France.

ÉCHINIDES DU TERRAIN CRÉTACÉ DU BASSIN D'OVIÉDO.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 21 août 1878.* —

M. COTTEAU expose le résultat de ses études sur les Échinides du T. Urgonien de la province d'Oviédo, recueillis par M. Charles Barrois ; il y a reconnu douze espèces, dont cinq nouvelles.

M. A.-F. NOGUÈS

Ingénieur civil des Mines, ex-professeur de géologie à Lyon, professeur d'histoire naturelle à l'École-Monge, à Paris.

CARTE GÉOLOGIQUE DU DÉPARTEMENT DES PYRÉNÉES-ORIENTALES.

PRÉSENTATION DE LA MINUTE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE A L'ÉCHELLE DE 1/100,000.

— *Séance du 21 août 1878.* —

ABRÉGÉ DU MÉMOIRE DESCRIPTIF.

J'ai l'honneur de présenter à la section de géologie de *l'Association française pour l'avancement des sciences* la minute de ma carte géologique du département des Pyrénées-Orientales, à l'échelle de $\frac{1}{100.000}$; ce travail, commencé en 1860, a été terminé cette année; je le présente pour prendre date, en attendant que je sois en mesure de le publier. — Je me contenterai, pour ne pas abuser des instants de la section, de résumer rapidement les terrains que j'ai reconnus dans mon département, et de vous offrir un tableau succinct de sa stratigraphie.

TERRAIN CRISTALLIN (teinte rose de la carte). — Le *terrain cristallin* ou *massif* (granite, gneiss, micaschiste, etc., forme une grande partie du département des Pyrénées-Orientales; il constitue le sol primordial des parties élevées des trois vallées roussillonnaises. — Le granite se montre en montagnes de premier ordre qui forment les barrières les plus élevées du pays. On le trouve dans les Albères, dans les environs d'Amélie-les-Bains, de Saint-Laurent-de-Cerdans, de Thuès, de Molitg, etc. Des hachures particulières, sur la teinte rose distinguent le granite, la syénite, le gneiss, le micaschiste, enfin, les granites de diverses époques d'éruption. La chaîne qui sépare la vallée de l'Ariége de celle de la Têt est essentiellement granitique, des masses considérables s'en détachent pour pénétrer dans les parties élevées de notre département; elles se réunissent en un faisceau commun vers Mont-Louis.

La limite des départements des Pyrénées-Orientales et de l'Aude, dans la vallée supérieure de l'Aude, est tracée sur les montagnes granitiques des Puyvalador, de Fontrabiouse, de Guérigut, du Roc de l'Escale, du Pla-Jel-Pons. Le massif granitique de Mont-Louis s'étend vers Molitg Mosset, Eus, etc., sur la rive gauche de la Têt; sur la rive droite, il va se terminer au Canigou.

Mais une autre ramification se détache du grand massif granitique des environs de Mont-Louis; elle franchit la vallée du Tech, à la tour de Cos, pénètre par un isthme très-étroit dans la vallée de Saint-Laurent-de-Cerdans, dont elle forme le faîte de la chaîne, se dirige à l'est, vers Bellegarde, et de là aux Albères dont elle forme l'axe, et la plus grande partie du chaînon du Perthus à la mer.

Les Albères ont pris un relief montueux assez prononcé dès la période

paléozoïque; mais la dislocation de la chaîne principale des Alpes qui a relevé les dépôts subapennins, a donné au chaînon toutes ses formes actuelles.

On trouve associés aux roches granitiques de la tourmaline cristallisée, des feldspaths en cristaux ou décomposés, des grenats, des lames de mica, du quartz en filons, des minerais métallifères, etc.

Terrain éruptif. — Roches plutoniques (teinte bleue-foncée). — Les roches cristallines d'origine ignée autres que le granite, comme les porphyres, les serpentines, les ophites, l'elvan sont indiquées sur la carte par une teinte bleue foncée avec des hachures pour distinguer les diverses espèces de roches. L'elvan des environs d'Amélie-les-Bains, le porphyre des environs de la Manère, les ophites de la vallée de l'Agly, etc. sont compris dans ce groupe.

Le porphyre quartzifère ou elvan d'Amélie est composé d'une pâte cristalline de feldspath blanc au milieu de laquelle se montrent des cristaux de ce minéral accompagnés de nombreux grains vitreux de quartz et des paillettes d'un mica vert de poireau passant à la chlorite; en général, les surfaces de cassure de l'elvan sont enduites d'une matière olivâtre serpentineuse. Cette roche porphyroïde est d'une date plus récente que le granite de la même région.

Aux environs de Thués, dans la vallée de la Têt, se montre une roche porphyroïde quartzifère analogue à celle d'Amélie; en outre, des filons d'une roche serpentineuse sont enclavés dans la roche éruptive porphyroïde et associés à des gisements de minerais de cuivre. De plus, ces roches sont en relation avec les eaux thermo-minérales de ces localités.

Les eaux thermales de Thués sourdent au pied d'une montagne gneissique, sur la rive droite de la Têt; la nappe aquifère ne passe pas sur la rive gauche; elle est limitée en aval par la fente profonde des Graus, et en amont par le coude que fait la vallée au-delà du pont de la Têt.

La nappe aquifère de Molitg est limitée au N.-O. par la rivière; au S.-E. par une concavité ouverte dans le vallon.

La fente profonde par laquelle la rivière de Montalba pénètre dans le vallon d'Amélie ne paraît pas étrangère à l'éruption de l'elvan, roche qui a pénétré à travers les schistes et même jusqu'au *grès rouge du trias* : cette éruption remonte donc à l'époque secondaire. Elle a eu pour résultat, en disloquant le sol, d'amener au jour les eaux sulfureuses qui font la fortune de cette localité. A Amélie comme à Thués, nous attribuons, les accidents orographiques de la contrée et la brisure qui a amené les eaux thermo-minérales au jour, à l'éruption de l'elvan : ces eaux sont plus récentes que celles de Molitg.

Terrain de transition ou paléozoïque (teinte bistre-clair). — Je distingue dans les Pyrénées-Orientales : 1° le *Silurien normal*; 2° le *Silurien métamorphisé*; 3° le *Dévonien normal*; 4° le *Dévonien métamorphisé*. Ces terrains se montrent dans le chaînon des Albères, dans la vallée du Tech (Arles, Céret, etc.); dans la vallée de la Têt (Villefranche, Corneilla, Olette, Souanyes, Taurinya, vallon de la Castellane, etc.)

Des hachures et des lettres indiquent sur la carte : 1° les terrains de transition métamorphisés comme ceux qui se montrent de Catlar à Molitg, d'Arles au Pas-de-Loup, etc; 2° les parties inférieures du système comprenant l'ensem-

ble des schistes que recouvrent les calcaires; 3° les parties supérieures et moyennes représentées par les marbres de Villefranche, de Flassa, de Jujols, de Nohèdes, de Fulha, les grauwackes de Corneilla, etc.

Dans les parties inférieures du système paléozoïque, des calschistes, souvent d'un beau blanc, alternent avec les schistes argileux; il ne faut pas confondre les calcaires inférieurs avec l'immense nappe dévonienne de la partie supérieure en relation avec les gisements de minérais de fer qui forment une ceinture autour du Canigou. Nous n'avons pas assez d'espace ici pour décrire l'intéressant système de transition des Pyrénées-Orientales et le groupe calcaire métallifère.

TERRAIN HOUILLER (teinte bistre foncé).— Nous ne connaissons que deux petits lambeaux houillers dans la chaîne orientale des Pyrénées, encore sont-ils en dehors des limites de notre département ; l'un est situé dans les Pyrénées espagnoles, dans la vallée du Segre, l'autre, dans les Corbières, aux environs de Tuchan et Durban.

TERRAIN TRIASIQUE, GRÈS-ROUGE PYRÉNÉEN (teinte jaune isabelle).—On voit dans toute la chaîne des Pyrénées un grès d'une couleur rouge de brique ou de lie de vin associé avec des poudingues quartzeux et à des schistes rouges argilo-arénacés. La montagne qui s'élève sur la rive gauche du Tech, entre Palalda et Amélie-les-Bains, montre ce grès rouge du trias ; il réapparaît entre Saint-Laurent-de-Cerdans, Coustouges, Villaroja, La Manère et la frontière d'Espagne dans la vallée de la Muga, il forme une arête parfaitement dessinée. Il est important de ne pas le confondre avec un autre grès rouge, de la craie à cyclolites elliptica, qui se trouve dans ces mêmes localités, particulièrement à La Manère.

Le grès rouge de Trias n'a pas dans toutes ses couches la même composition. On y distingue de bas en haut : 1° grès rouge à grain fin ; 2° grès rouge un peu marneux ; 3° grès rouge quartzeux ; 4° grès jaunâtre. A Saint-Laurent, il repose sur le granite.

Pris dans leur ensemble, les sédiments secondaires de la vallée du Tech, formés par trois groupes de terrains (trias, jurassique, crétacé), n'acquièrent qu'une faible épaisseur, tandis que les mêmes terrains forment dans la vallée du Sègre, des strates puissants qui atteignent à des épaisseurs de plus de deux mille mètres.

TERRAIN JURASSIQUE (teinte bleu clair).— Le terrain jurassique plus ou moins modifié par le voisinage des roches éruptives, s'étend sur toute la longueur des Pyrénées. Dans les Pyrénées-Orientales, sur le versant français, comme sur le versant espagnol, se montrent des calschistes, des calcaires noirs schistoïdes, etc., qui reposent sur des grès rouges du trias ; nous les rapportons au lias ; ces calcaires affleurent en couches parfaitement stratifiées à Palalda, Montbolo, Amélie ; elles renferment une faune jurassique bien caractérisée. A Amélie-les-Bains, on trouve, de bas en haut : 1° marnes et calcaires schistoïdes gris foncé ; 2° calcaires noirs compactes ; 3° calcaire gris bleuâtre cristallisé ; 4° schistes calcaires grisâtres ou jaunâtres ; 5° calcaires compactes.

TERRAIN CRÉTACÉ (teinte verte et teinte jaune). — Le terrain crétacé des Pyrénées-Orientales et des départements limitrophes est divisé en deux grands

groupes, savoir: 1° *crétacé inférieur* (teinte verte); 2° *crétacé supérieur* (teinte jaune).

Nous reconnaissons dans la craie inférieure le *néocomien inférieur et supérieur* (type de Vingrau, type d'Opoul), l'*aptien* (type de Saint-Paul-de-Fenouillet): dans la craie supérieure, le *néocomien* (type de Saint-Laurent et Coustouges), le *turonien* (type de Villarojo, La Manère), le *sénonien*, le *garumnien*.

Dans la vallée du Tech, la craie se montre aux environs d'Amélie en petits lambeaux isolés, mais elle prend un grand développement aux environs de Coustouges, de Villeroja, de La Manère ; elle commence par les couches de l'ostrea columba (type de grande taille) et se termine par des calcaires à caprines et à hippurites ; les couches à cyclolites elliptica sont généralement arénacées et le plus souvent se montrent sous la forme de grès rouges. Dans la vallée de l'Agly, le terrain crétacé corbérien prend un énorme développement; il pénètre dans la vallée de la Têt. A partir de Saint-Paul-de-Fenouillet, jusqu'aux environs de Rivesaltes, la rivière coule sur ce terrain dont les strates forment les hauteurs de Maury, Tautavel, Cases-de-Pena, etc.

La vallée de l'Agly nous offre un grand développement de la craie inférieure; l'étage du *néocomien moyen* avec *exogyra sinuata*, echinospatagus collignii, etc., y est représenté par des marnes, des calcaires, des marnes schisteuses, des schistes foncés. Dans le vallon de Vingrau, les schistes noirs, qui constituent les roches les plus basses de cette localité, appartiennent à cet étage. On les rencontre encore dans le vallon de Saint-Paul et de Caudiès; dans les dépressions d'Opoul, le néocomien moyen forme les terres arables.

Le néocomien supérieur est très-développé dans la vallée de l'Agly ; il forme tous les escarpements rocheux, si abrupts et si pittoresques de la chaîne de Saint-Antoine-de-Galamus et de l'Esquerde, et d'Aiguebonne. Enfin, on remarque à la montagne, coupée par le passage de la rivière, au pont de la Fous, un renversement du néocomien. Le gault se montre en caractères bien tranchés à Saint-Paul et à Maury ; enfin, la craie supérieure des Corbières ne pénètre pas dans les Pyrénées-Orientales.

Dans le vallon de Coustouges, on trouve de haut en bas ; 1° calcaires à hippurites et à caprines; 2° grès à cyclolites elliptica; 3° schistes arénacés et marneux ; 4° grès jaunâtre avec plicatules et rhynchonelles (rhynchonella difformis) ; 5° grès jaunâtre ; 6° calcaire ostrea colom ba.

Terrain nummulitique. — Tertiaire inférieur (teinte gomme gutte). — J'ai rencontré le terrain nummulitique à la montagne de Bessegude, sur le versant espagnol, en face de La Manère.

Terrain tertiaire (teinte violette, teinte jaune claire). — Nous distinguons dans les dépôts tertiaires récents des Pyrénées-Orientales deux groupes: 1° les *dépôts terrestres inférieurs* (couleur violette), formés d'argiles diverses, de sables plus ou moins agglutinés en grès, appartenant à la molasse ou miocène supérieur, avec des débris de mammifères et de mollusques d'eau douce ou terrestres; les environs de Perpignan sont constitués par ces dépôts ; 2° les *dépôts marins supérieurs* (teinte jaune clair) des vallées d'Agly (Espira), de la Têt (Millas, Neffiach), du Tech (Boulou, Banyuls-dels-Aspres), sont remarquables par le nombre considérable de mollusques marins que l'on trouve dans leurs sables de l'époque pliocène.

Terrain quaternaire.— Terrain erratique (teinte carmin).— Le terrain quaternaire des plaines et des pieds des montagnes est formé de couches de cailloux de diverses natures, faiblement agglutinés par de l'argile. Dans les parties élevées des vallées, on rencontre des dépôts caillouteux, formés des débris de roches de diverses grandeurs disposés sans ordre, dont la formation remonte à une époque antérieure à la nôtre. Quelques-uns de ces dépôts ont la structure et les caractères morainiques ; d'autres paraissent s'être formés sous l'influence des eaux.

ALLUVIONS ACTUELLES ET MODERNES (teinte vert clair).— Les alluvions actuelles qui forment le revêtement extérieur de nos trois vallées, se sont déposées depuis que le pays a pris le relief actuel et sous l'influence des causes qui agissent de nos jours.

MATIÈRES UTILES.— Une carte géologique étant une carte de l'industrie minérale et agricole, notre texte descriptif contiendra l'indication de tous les gisements métallifères et celle de toutes les substances minérales tirées du sol que l'industrie ou l'art peuvent utiliser. En outre, des traits particuliers distingueront la nature du sol arable du département.

Le département des Pyrénées-Orientales renferme des gisements métallifères importants, parmi lesquels les minerais de fer dominent ; on y a reconnu : des gites nombreux de plomb (galène) et de plomb argentifère, à Fillols, Sahorre, Formiguère, Pratx de Mollo, La Manère, Arles, Escaro, Pedre-Forte (vallée de Carol), Taurinya, Sirach, etc. Le bismuth a été trouvé près d'Arles ; les gites de cuivre sont connus dans le territoire de Pratx de Mollo, à Costouges, Batère, la Preste, Montbolon Escaro, Formiguère, Estoher, dans les Albères, à Canavailles.

Le cuivre argentifère et la galène argentifère se trouvent dans le terroir de Pratx de Mollo, de Vallestavia, au Puig-dels-Moros, à la Como, à Escaro, au terroir de Saint-Colgat et de Pedreforte. La plupart de ces gites sont déjà signalés par Carrère, dès 1787.

Le fer constitue la principale richesse minérale du département des Pyrénées-Orientales ; les hématites manganésées, les oligistes, les carbonates d'une fusion facile, généralement à gangue calcaire donnent des fontes aciéreuses de qualité supérieure.

Les affleurements ferrifères des petites vallées transversales des Albères, se trouvent au contact du schiste ou du micaschiste et des roches granitiques. Dans la vallée supérieure du Tech, le calcaire dévonien se trouve presque toujours associé aux gites ferrifères ; les dislocations qui ont brisé les couches schisteuses à diverses reprises ont produit les fentes par lesquelles nous voyons sourdre aujourd'hui les eaux acidulo-ferrugineuses de la chaine des Albères et déterminé le remplissage des filons ferrugineux.

Les eaux minérales ont donc des rapports intimes avec les gîtes métallifères : la plupart de ceux-ci sont des dépôts à la confection desquels les eaux ferrugineuses ont contribué. La série linéaire des sources ferrugineuses qui se montre le long de la chaine des Albères correspond avec une ligne d'affleurements de gîtes ferrifères.

Les mines de Batera, situées sur le versant oriental du Canigou, sont divisées en deux groupes par la crête de la montagne, où se trouve le point central ou le *Puig de l'Astèle*. Le premier groupe situé sur le versant méridional, renferme : le *Mané den Companyo*, les *Indies*, le *Mané del Pou*, de *San-Père*, de *Bonada*, de *Canals*, de *Dalt*, d'*Amount*, de la *Droguera*, de *Biganots*, de *Boca-Negre*. Le deuxième groupe est situé sur le versant septentrional de la montagne où l'on trouve les mines dites del *Boulet*, de l'*Astela*, *Manède*, *Villefranca*, d'*en Pey*, de la *Pinouse*, de *Baix*, de *Dalt*, etc.

Dans la vallée de l'Agly, on connaît aussi quelques gîtes ferrifères, Saint-Martin, Lasquerde, etc. Dans la vallée du Tech, c'est aux environs de la commune de Corsavy, sur le versant sud du Canigou, que se trouvent concentrées les concessions des mines de fer de l'arrondissement de Céret. Les mines de fer du versant opposé ou de la Têt (arrondissement de Prades) sont aussi comprises sur une surface restreinte qui s'étend de Saint-Etienne-de-Porner au Vernet, avec quelques écarts vers Nyer et Carol ; Fillols, Sahorre, Escaro, sont les gisements les plus marquants.

Le département des Pyrénées-Orientales est très-riche en marbres de toutes qualités ; les marbres des hautes vallés sont siluriens ou dévoniens ; les marbres de la vallée de l'Agly ou des parties inférieures de la vallée de la Têt font partie des roches de l'époque secondaire (Estagel, Baixas, Tautavel, etc.) étage crétacé.

M. DES CLOIZEAUX

Membre de l'Institut.

NOTE SUR LES DÉPOTS DE QUARTZ RÉSINITE DANS LA VALLÉE DE SAINT-NECTAIRE.

— *Séance du 26 août 1878.* —

Les nombreuses sources minérales qui sortent des fentes du granite aux environs des bains de Saint-Nectaire-le-Haut, département du Puy-de-Dôme, présentent, surtout au point de vue de leurs dépôts anciens et

modernes, un intérêt sur lequel je crois devoir appeler l'attention des géologues.

Ces sources, dont la température varie entre 17° et 39°, maximum atteint par la plus abondante de celles qui ont été captées pour l'établissement des bains du Mont-Cornadore, fournissent par litre un résidu fixe de 5 à 6 grammes, dans lequel on rencontre principalement du chlorure de sodium et de potassium, des carbonates de chaux, de magnésie et de fer, et une proportion de silice pouvant s'élever jusqu'à 1 0/0. Des sources aussi fortement minéralisées doivent laisser et laissent en effet, par leur évaporation, d'abondants dépôts que l'industrie sait utiliser pour l'incrustation de menus objets de toute nature et pour la fabrication de bas-reliefs bien connus de tous ceux qui ont visité l'Auvergne et qui sont répandus dans toutes les collections. Six semaines environ sont nécessaires pour obtenir un dépôt d'une épaisseur et d'une consistance suffisante, à surface lisse ou cristalline, d'un blanc plus ou moins jaunâtre, suivant la proportion plus ou moins grande d'oxyde de fer dont l'eau s'est dépouillée dans les longs conduits qu'on lui fait parcourir avant de la faire tomber sur les moules en soufre, en plâtre ou en gutta-percha.

Essentiellement composés de carbonate de chaux dont la forme rhomboédrique peut se reconnaître sur les échantillons à surface cristalline, les dépôts contemporains renferment de 6 à 12 0/0 d'oxyde de fer. 1 0/0 environ d'acide arsénique et phosphorique et 2 à 3 0/0 de silice. Mais il n'en a pas toujours été de même, et, à une époque géologique relativement récente, les eaux de Saint-Nectaire déposaient presque exclusivement de la silice sous la forme de *quartz résinite* ou *semi-opale*, associé à un peu d'aragonite fibreuse et cristalline.

Deux de ces dépôts anciens sont particulièrement intéressants.

Le premier, cité par Lecoq dès 1831, se trouve sur le bord de la route qui monte de Saint-Nectaire-Bas à Saint-Nectaire-Haut, où il forme un amas très-limité de 13 mètres de longueur parallèlement à l'axe de la route, de 1 mètre d'épaisseur et de 15 mètres environ de profondeur.

Il repose sur une couche de sable et de gravier d'environ $1^{m},20$ d'épaisseur, laquelle est immédiatement en contact avec le granite qui constitue la rive gauche de la petite vallée de Saint-Nectaire.

La matière qui le compose est un quartz résinite d'un gris brunâtre, enveloppant une multitude de roseaux (*arundo phragmites*), qui sont entièrement silicifiés dans leurs parties les plus délicates et dont les uns ont conservé les formes arrondies de la plante vivante (1), tandis que les autres sont tordus et écrasés. La pâte du quartz est pétrie de petites

(1) C'est à mon collègue M. Bureau, professeur-administrateur au Muséum, que je dois la détermination de ce roseau, très abondant de nos jours dans toutes les parties de la France.

diatomées dont une détermination spécifique exacte est fort difficile, mais dont les plus abondantes rappellent les formes des *pinnularia*, *cocconema*, *odontidium*, etc., connues dans toutes les *eaux douces*.

L'étude microscopique de cette pâte, dans la lumière polarisée, y révèle aussi la présence de nombreuses inclusions de quartz cristallisé dont on parvient quelquefois à voir la croix noire et les anneaux, et des points jaunes colorés par de l'orpiment. Sa densité, après un long séjour dans l'eau, destiné à chasser autant que possible les bulles d'air, a été trouvée de 1,98.

Chauffée dans le matras, elle dégage de l'eau empyreumatique, avec quelques gouttelettes bitumineuses, et noircit fortement. Les portions tachetées de jaune donnent en outre un sublimé d'orpiment, jaune rougeâtre plus ou moins foncé.

La poudre, chauffée avec de la potasse caustique, noircit et lui abandonne une portion notable de silice, avec une odeur fétide, analogue à celle de la colle forte.

Il est difficile de comprendre comment une aussi énorme accumulation de roseaux a pu vivre dans l'espace restreint dont j'ai donné les dimensions plus haut ; mais la présence des diatomées qui les accompagnent rend encore ce phénomène plus remarquable, puisque leur développement suppose une eau tranquille, pure et d'une température peu élevée.

Le second dépôt, cité également par Lecoq et répandu sur une surface plus étendue que le premier, forme une croûte de quelques millimètres d'épaisseur, fortement adhérente au granite dont elle tapisse la plupart des fissures, dans un espace de quelques centaines de mètres au-dessous de l'établissement thermal du Mont Cornadore. Cette croûte est une semi-opale mamelonnée blanchâtre, plus transparente que celle des roseaux, intimement mélangée de parties colorées en jaune plus ou moins intense par de l'orpiment.

C'est la même substance qui, retrouvée il y a quelques années à Knittelfeld en Styrie, a reçu de M. Auhhorn le nom de *Forchérite*. Les croûtes exposées à l'air sont généralement ternes et plus ou moins décolorées, et ce n'est que sur les parties soustraites au contact de l'air qu'on peut facilement étudier les caractères de la substance. Le hasard m'ayant fait assister, en août 1877, au captage d'une source dont la température était de 17°, j'ai pu recueillir de nombreux échantillons qui offrent jusqu'à 25 millimètres et plus d'épaisseur et qui sont d'un beau jaune orangé. Mais, au contact incessant de l'eau minérale qui la baignait, la Forchérite a subi dans sa structure une modification profonde, et elle se présente maintenant tantôt sous la forme de masses coralloïdes perforées en tous sens, tantôt sous celles de masses spongieuses, légères comme de

la ponce. Le granite lui-même qui la supporte a éprouvé une décomposition superficielle. L'eau qui a produit ces effets, malgré sa température peu élevée, ne laisse, comme la plupart des eaux de Saint-Nectaire, que 5 gr. 92 de résidu fixe par litre, mais elle est essentiellement alcaline et carbonatée. Son analyse, faite au commencement de 1878 au laboratoire d'essai de l'École des mines, a donné pour 1 litre :

Acide carbonique	libre	1,2552
	des bicarbonates	2,4188
Acide chlorhydrique		1,7145
Acide sulfurique		0,0961
Silice		0,0874
Oxyde de fer		0,0072
Chaux		0,2342
Magnésie		0,1574
Potasse		0,2032
Soude		2,6316
Matières organiques		0,0058
Acide arsenique (arsénic 0,0006)		0,0009
Lithine		traces notables.
		8,8123

Pendant le captage de la source, l'eau sortait des fentes du granite avec un peu d'intermittence, en dégageant beaucoup d'acide carbonique et rejetant une quantité notable d'une substance gélatineuse d'un gris-pâle ou d'un jaune plus ou moins foncé, dont quelques lambeaux adhéraient encore aux parois des trous de la Forchérite perforée et les remplissaient en partie. Quoique cette matière soit très-altérable à l'air, j'ai réussi à en rapporter une partie dans des vases pleins d'eau minérale et aussi bien clos que le permettaient les faibles ressources d'un petit établissement thermal.

Malheureusement son étude microscopique n'a pu être entreprise par M. Max. Cornu, que deux mois après mon retour à Paris, et il n'était plus guère possible de déterminer exactement sa véritable nature, par suite des fermentations qui avaient eu lieu dans son sein. On y reconnaissait seulement des fragments anguleux de silice et on pouvait constater que la coloration de certaines parties était due à de l'orpiment disposé : 1° en masses irrégulières ou en paquets cristallisés ; 2° en masses semblables traversées par des aiguilles très-fines ; 3° en groupes de cristaux accolés longitudinalement et assez réguliers ; 4° en faisceaux allongés de petits cristaux rectangulaires, transparents, biréfringents, éteignant la lumière polarisée parallèlement à leur longueur. Desséchée à l'air libre, la substance a pris un aspect corné ; chauffée au rouge, elle brûle avec une odeur de corne et elle laisse un dépôt notable de silice ferrugineuse. M. Damour y a constaté chimiquement la présence

du soufre et de l'arsenic. On peut donc la regarder comme une sorte de glairine (1) qui a empâté la silice et l'orpiment arrachés à la Forchérite par l'eau qui la baigne constamment.

Quant à la Forchérite jaune, elle est intimement associée, comme je l'ai dit plus haut, à une semi-opale grisâtre, dont certaines portions inaltérées paraissent n'avoir jamais contenu d'orpiment, tandis que d'autres peuvent avoir perdu celui qu'elles renfermaient, sous l'action incessante de l'eau minérale.

Lorsqu'on examine au microscope, avec de la lumière naturelle ou polarisée, des lames très-minces composées de parties jaunes et de parties grisâtres, on reconnaît :

1° Dans les parties d'un jaune foncé, des groupes de cristallisations très-confuses dues à une accumulation irrégulière d'orpiment, et des lignes claires, très-fines, qui paraissent être des bâtonnets creux, se coupant souvent sous des angles obtus, voisins de 120° ou disposés en groupes étoilés.

2° Dans les plages grises intermédiaires entre les parties jaunes et les parties incolores, de grosses inclusions limpides, fortement biréfringentes, formées par des cristaux de quartz aplati suivant les faces du prisme hexagonal, avec ou sans sommets, et de petites inclusions jaunes ayant la forme de rectangles allongés, agissant fortement sur la lumière polarisée et s'éteignant parallèlement à leur longueur. Ces cristaux, calcinés fortement, deviennent d'abord rouges, puis se volatilisent complétement, en laissant un moule incolore ; ils sont donc formés d'orpiment, comme ceux de la glairine ;

3° Dans les parties blanches les plus éloignées des masses jaunes, des inclusions de quartz et des débris de diatomées beaucoup plus rares que dans la semi-opale des roseaux dont il a été question précédemment.

Ces débris, empâtés dans la masse, sont mal reconnaissables ; cependant on peut voir qu'ils ont la plus grande analogie avec ceux des roseaux silicifiés, et M. Max. Cornu y a constaté des *navicules*, un grand *pinnularia*, un *surirella*, etc. Leur rareté relative et leur faible développement doivent sans doute être attribués à l'accumulation de l'orpiment dans les eaux qui ont déposé la Forchérite.

La Forchérite la plus jaune, réduite en très-petits grains, a une densité = 2,17.

Si l'on chauffe dans le matras des fragments de Forchérite, à laquelle reste toujours intimement mélangée une plus ou moins grande proportion de semi-opale grise, ils décrépitent fortement. La poudre fine ne

(1) Une des sources servant de buvette à l'établissement du mont Cornadore dépose au contact de l'air une conferve qui forme, autour de son orifice, une couche assez épaisse de glairine.

décrépite plus, mais elle dégage un peu d'eau empyreumatique et elle dépose un sublimé jaune de sulfure d'arsenic.

D'après les essais de M. Damour, cette poudre, d'un jaune pâle, est en partie attaquable par une dissolution de potasse caustique qui enlève de la silice et du sulfure d'arsenic. La liqueur, saturée exactement par l'acide chlorhydrique faible, laisse un volumineux précipité de silice gélatineuse colorée en jaune. Cette silice est décolorée par l'ammoniaque qui dissout le sulfure d'arsenic et noircit ensuite l'argent.

En traitant des fragments de Forchérite par de l'acide fluorhydrique étendu, la silice est volatilisée et il reste de légers flocons de sulfure d'arsenic mélangés de glairine.

Les faits contenus dans cette note me semblent permettre de tirer les conclusions suivantes :

1° Les sources qui, à une époque géologique difficile à fixer, mais probablement assez récente, existaient aux environs de Saint-Nectaire, avaient une composition différente de celles qui s'y montrent aujourd'hui et elles déposaient presque exclusivement de la silice opaline et un peu de carbonate de chaux à l'état d'aragonite.

2° Leur température ne devait pas être élevée, à cause des nombreuses diatomées qui s'y développaient.

3° La précipitation, à l'état de sulfure jaune, de l'arsenic qu'elles devaient emprunter, dans les profondeurs du sol, à quelque minéral arsénifère, était sans doute liée à la présence d'une matière glaireuse analogue à celle qui persiste encore de nos jours.

M. DOUVILLÉ

Ingénieur des Mines.

SUR LES RELATIONS DES SABLES DE L'ORLÉANAIS, DES SABLES DE LA SOLOGNE ET DES FALUNS DE LA TOURAINE.

— *Séance du 26 août 1878.* —

La vallée de la Loire présente au-dessous de Gien, une série de dépôts sableux dont les relations réciproques sont souvent difficiles à discerner, par suite de l'analogie de composition de ces formations, est de la nature meuble des dépôts, qui ne permet la conservation d'aucune coupe naturelle.

Les deux premiers de ces dépôts, les *Sables de la Sologne* et les *Sables*

de l'Orléanais sont surtout développés dans les régions dont-ils portent le nom. Ils viennent s'appuyer au sud et à l'est sur un relèvement de l'argile à silex qui s'étend d'une manière continue depuis Montargis et Gien, jusqu'à Aubigny et Vierzon ; au nord ils s'étalent sur la plaine de la Beauce. L'Orléanais est la région où il est le plus facile d'observer leurs relations mutuelles. On peut constater là et d'une manière constante, la superposition des sables de la Sologne aux sables de l'Orléanais. Entre les deux formations on observe toujours une couche peu épaisse de marnes blanches et vertes d'une très grande régularité que nous avons désignée sous le nom de *Marnes de l'Orléanais*. Cette couche forme une transition entre les deux dépôts; au dessous les sables de l'Orléanais sont fréquemment imprégnés de calcaire et passent à l'état de grès, tandis que les marnes, par la disparition progressive de l'élément calcaire à leur partie supérieure, passent insensiblement à des argiles subordonnées aux sables de la Sologne (1).

Il résulte de là que les deux dénominations de sables de la Sologne et de sables de l'Orléanais correspondent à des formations distinctes au point de vue géologique; nous ajouterons que ces formations sont concordantes et intimement liées entre elles; elles se sont déposées successivement dans le même bassin, les sables et argiles de la Sologne débordant largement vers le sud les sables de l'Orléanais.

Les sables de l'Orléanais occupent toujours le fond du bassin; ils se présentent sous deux facies distincts: à l'est entre Gien et Boiscommun ils sont formés de sables argileux et d'argiles sableuses, et complétement dépourvus de fossiles; ces couches dont l'épaisseur maximum est d'environ 20 mètres présentent tous les caractères d'un dépôt lacustre. Plus à l'ouest, à partir de Neuville-aux-Bois, au nord, et de Fay-aux-Loges, au sud, on ne rencontre plus que des sables à peu près purs, d'une épaisseur généralement faible, et remarquables par la belle conservation des débris d'animaux vertébrés qu'on y rencontre à peu près partout: c'est un dépôt fluvio-lacustre qui sur une foule de points a raviné le calcaire de Beauce sous jacent.

Les marnes de l'Orléanais présentent un aspect bariolé tout particulier. l'élément calcaire blanc noduleux ou farineux étant toujours disséminé d'une manière irrégulière au milieu de l'élément argileux verdâtre. Malgré sa faible épaisseur, souvent inférieure à 2 mètres cette couche est d'une constance et d'une régularité des plus remarquables; elle déborde vers le sud les sables de l'Orléanais et repose alors directement sur le calcaire de Beauce. Malgré l'absence complète de fossiles il y a tout lieu de supposer que ces marnes sont de formation lacustre; toutefois le

(1) *Bull. Soc. Géol.* 3e série, t. IV, p. 92. — 1875. — Note sur la constitution du terrain tertiaire dans une partie du Gatinais et de l'Orléanais, par M. Douvillé.

caractères minéralogiques du dépôt, cette séparation si singulière de l'élément calcaire et de l'élément argileux, et l'absence de lignes de stratification, semblent indiquer que les actions chimiques ont joué ici un rôle prédominant. Les conditions de gisement indiquent une élévation relative du niveau des eaux dans la région, correspondant selon toutes probabilités à un affaissement du sol.

Les marnes se maintiennent à une altitude élevée sur tout le pourtour du bassin, à l'Est à 144^m (les Choux, au N. de Gien), au N. E. à 138^m (Bois commun); elles s'abaissent vers Orléans (126^m) et Fay aux Loges pour disparaître à Chateauneuf (111^m) et à Vienne en Val, sous le lit de la Loire; le point le plus bas doit se trouver entre Chateauneuf et Gien.

L'affaissement du sol ayant continué pendant le dépôt des sables de la Sologne, cette formation a pu déborder largement vers le sud les formations précédentes, s'appuyant d'abord sur les calcaires de Beauce, puis sur l'argile à silex. Dans l'Orléanais entre Neuville aux Bois et Gien, les sables et argiles de la Sologne atteignent une hauteur peu différente de 180^m; au sud entre Gien et Neuvy-sur-Barangeon, elles s'élèvent à peu près à la même hauteur sur les pentes de l'argile à silex; l'épaisseur de cette formation varie ainsi de 40 à 70^m; vers l'ouest ces dépôts s'abaissent beaucoup et leur diminution rapide d'épaisseur doit être probablement attribuée aux érosions postérieures.

Si les marnes de l'Orléanais peuvent être considérées, avec quelque probabilité, comme un dépôt chimique, les sables et argiles de la Sologne qui leur succèdent ont une origine encore bien problématique. Comme la formation précédente, ils sont entièrement dépourvus de fossiles; leurs diverses assises ne présentent aucune trace du classement mécanique caractéristique des dépôts de sédimentation. On n'y rencontre ni argile pure, ni sable pur; nulle part, le départ de l'élément argileux et de l'élément sableux n'a pu s'effectuer, c'est toujours du sable grossier mélangé d'argile ou de l'argile mélangée de grains de quartz (1) de grosseur variable, Il résulte de là que ces éléments n'ont jamais été en suspension dans l'eau, mais seulement mélangés à la manière des boues, dans des conditions qui ont rendu impossible le classement par ordre de grosseur et de densité.

Ces dépôts présentent une analogie de composition frappante avec les sables granitiques qui, dans le département de l'Eure, entre Vernon et Pacy, constituent de véritables filons, soit dans la craie, soit dans le terrain tertiaire. Nous avons montré, dès 1872, avec M. Potier (2) que ces sables devaient être considérés comme le produit d'éruptions

(1) Les grains de quartz présentent quelquefois la forme bipyramidée, qui indique qu'ils proviennent de la décomposition de roches porphyriques.

(2) *Comptes rendus, Ac. sciences*, 6 mai 1872. — *Bull. Soc. Géol.* 3 juin 1872.

boueuses, acides, dont la venue était postérieure au calcaire de Beauce et probablement du même âge que les sables de la Sologne. Nous croyons, dès lors, qu'il est possible d'attribuer la formation des sables et argiles de la Sologne, à des épanchements boueux de même nature que ceux des environs de Vernon; et la nature acide de ces boues expliquerait le fait si remarquable de l'absence complète de l'élément calcaire dans toute l'étendue de ce dépôt.

Avant de quitter la région que nous venons d'étudier à l'ouest d'Orléans, je crois devoir encore appeler l'attention sur ce fait, que le bassin lacustre dont il vient d'être question, n'avait pas de communication directe avec le haut bassin de la Loire. L'argile à silex formait une barrière continue depuis Montargis jusqu'à Aubigny et la Chapelle d'Angillon. Ce n'est qu'un peu au-delà, entre cette dernière localité et Vierzon, que cette barrière s'abaissait pour former un col correspondant actuellement à la trouée du Barangeon. Par cette dépression, le bassin lacustre était probablement mis en communication avec le haut bassin du Cher. On voit très-nettement sur la carte géologique (1) de cette région, les argiles de la Sologne pénétrer au nord dans la trouée du Barangeon, tandis que vers le sud on voit y pénétrer en sens inverse la formation sidérolithique du Berry d'où il résulte que cette dépression était antérieure à l'époque sidérolithique ou palaeothérienne.

Si maintenant nous nous transportons plus à l'ouest, au delà d'Orléans, en descendant la Loire, nous allons retrouver les diverses formations déjà étudiées. Les travaux de Desnoyers, du marquis de Vibraye et de l'abbé Bourgeois, nous ont montré que les sables dits de l'Orléanais se prolongeaient dans le Blaisois. D'après l'abbé Bourgeois, ils forment dans le Loir-et-Cher une bande d'environ 12 kilomètres de largeur, qui part de Beaugency, suit la rive droite de la Loire jusqu'au parc du château de Menars, puis passe sur la rive gauche de la Loire et se prolonge par Cheverny et Chitenay jusqu'à Pontlevoy.

Grâce à l'obligeance de M. Le Mesle de Blois, et de M. Franchet, conservateur des collections du marquis de Vibraye à Cheverny, nous avons pu visiter la plupart des gisements où ont été découverts les débris de vertébrés fossiles, que l'on peut étudier dans les belles collections de l'abbé Bourgeois et du marquis de Vibraye. Les sables qui renferment ces débris présentent la plus grande analogie de composition avec ceux des environs d'Orléans : on sait qu'ils renferment une faune à peu près identique.

Partout où la couche sableuse a été conservée dans son entier, on constate qu'elle est immédiatement recouverte par la couche de marne

(1) Carte géologique détaillée de la France : feuilles de Gien et de Bourges, par H. Douvillé.

argileuse que nous avons désignée sous le nom de Marnes de l'Orléanais. Nous citerons une sablière au sud de Villouet, sur la route de Blois à Pontlevoy à l'altitude de 100^m environ), les sablières de Chitenay (à l'altitude d'environ 95^m), et celle de la Rousselière au sud de Cheverny (à l'altitude de 100^m environ). Ces marnes sont ici un peu plus grisâtres que dans l'Orléanais, mais elles sont toujours caractérisées par la concentration au milieu de l'argile de l'élément calcaire sous forme de nodules durs ou farineux. A la Rousselière, ainsi que nous l'a fait remarquer M. Franchet, les nodules ont une tendance à se grouper en lits horizontaux. De même que dans l'Orléanais, les marnes perdent progressivement à leur partie supérieure l'élément calcaire et passent ainsi aux argiles qui constituent la base des sables de la Sologne, comme on peut s'en assurer au sud de Cheverny.

On retrouve ainsi dans le Blaisois la même succession de couches que dans l'Orléanais, et dans les mêmes conditions de gisement; mais ici la série miocène est plus complète, et nous voyons apparaître deux termes nouveaux. Au fond du petit bassin de Chitenay on voit affleurer au-dessous des sables fossilifères de l'Orléanais des marnes avec *Melonia aquitanica* et *Unio*, signalées dès 1860 par le marquis de Vibraye; ces marnes par leur mode de gisement se rattachent intimement aux sables de l'Orléanais; elles occupent le fond d'un bassin creusé dans les calcaires de Beauce et par suite sont en discordance avec cette dernière formation.

Plus au Sud, vers Pontlevoy et Contres, nous voyons apparaître le troisième dépôt sableux connu sous le nom de *Faluns de la Touraine*; ce dépôt diffère complétement des formations dont il vient d'être question, par sa nature et par son mode de gisement : il se compose de couches à peu près horizontales de sables quartzeux et de grès calcarifères, caractérisés par la présence de fossiles marins. Les gisements bien connus de Pontlevoy à l'altitude de 100 mètres environ, représentent la partie inférieure du dépôt, tandis que les couches supérieures avec *Amphiope* et lits d'*Ostrea crassissima*, s'élèvent jusqu'à l'altitude de 133 mètres au signal de la Martinière, au S. O. de Contres.

Par leur mode de gisement les dépôts faluniens sont tout à fait indépendants des formations précédentes; ils couvrent une surface irrégulière qui s'étend entre Sambin et Pontlevoy à l'ouest, Thenay et Oislay au Sud, Contres et Soings à l'Est. A Pontlevoy, les faluns ravinent les calcaires de Beauce, à Thenay ils ravinent les sables de l'Orléanais et renferment des ossements roulés arrachés à cette dernière formation. Au Nord de Thenay, près des Gandes, on rencontre à la base du dépôt marin un conglomérat dont les éléments sont formés par des fragments de grès argileux empruntés aux sables de l'Orléanais et percés par des

pholades. Ces observations si intéressantes ont été faites depuis longtemps par l'abbé Bourgeois, nous avons été heureux de pouvoir les vérifier d'une manière complète.

Plus à l'Est vers Contres, les faluns reposent de nouveau sur le calcaire de Beauce. Vers Soings, ils sont en contact avec les sables de la Sologne, et on peut suivre la limite des deux formations vers le Nord-Ouest sur une longueur de 6 kilomètres environ jusqu'à Blutenne à peu de distance de la route de Contres à Cheverny. Le manque de coupes naturelles ne nous a pas permis d'observer directement la superposition des deux formations. M. Franchet, qui réside dans le pays, a bien voulu nous promettre de faire exécuter quelques fouilles pour combler cette lacune; mais dès maintenant il est possible de se convaincre que les faluns sont postérieurs aux sables de la Sologne. Tout d'abord nous avons vu que les sables et marnes de l'Orléanais, les sables et argiles de la Sologne représentaient un ensemble de couches en concordance de stratification. La discordance avec un des termes de cette série, les sables de l'Orléanais, telle qu'elle a été signalée à Thenay, entraîne nécessairement la discordance avec l'ensemble et par suite la postériorité aux couches les plus élevées, c'est-à-dire aux sables de la Sologne. Examinons maintenant les conditions générales de gisement : les sables de la Sologne, qui atteignent, à l'Est, l'altitude de 180 mètres, s'abaissent progressivement vers l'Ouest et ne s'élèvent plus dans la commune de Mur qu'à 124 mètres; ils reposent là directement sur le calcaire de Beauce et leur épaisseur est de 20 mètres environ. A quelques kilomètres plus à l'Ouest, à Soings, ils sont entièrement et brusquement remplacés par les faluns de la Touraine qui s'élèvent à la même altitude de 124 mètres ; les deux formations sont toujours essentiellement distinctes et ne présentent ni passage, ni transition ; et ici, je puis encore invoquer l'autorité de M. Franchet, la limite des deux formations n'est jamais douteuse, tellement elle est marquée d'une manière nette, et par la différence de nature minéralogique et par la différence de flore qui lui correspond. Dès l'instant où deux formations distinctes et horizontalement stratifiées se présentent sur deux points voisins entre les mêmes limites de hauteur, et sans qu'il soit possible d'invoquer l'existence d'une faille, il est nécessaire que l'une des deux formations ait raviné l'autre, et l'allure même des formations indique que ce sont ici les faluns qui ont raviné les sables de la Sologne.

Ainsi donc, en résumé, les dépôts que nous venons d'étudier dans la vallée de la Loire appartiennent à deux périodes géologiques distinctes séparées par une discordance de stratification analogue à celle que l'on observe entre les sables de l'Orléanais et le calcaire de Beauce. La première période comprend une série de dépôts distincts et régulièremen

superposés en stratification concordante : nous y avons distingué de bas en haut les couches suivantes :

1° Marnes à *Melania aquitanica ;*

2° Sables de l'Orléanais ;

3° Marnes de l'Orléanais;

4° Sables et argiles de la Sologne.

La deuxième période est caractérisée par l'invasion de la mer et le dépôt des faluns de la Touraine.

C'est un fait analogue à ce qui se passe dans le bassin du Gers où la molasse marine à *O. crassissima* vient raviner les calcaires de Simorre et de Sansan. Nous devons ajouter qu'au début de nos études, M. Jacquot avait appelé notre attention sur la discordance qui existe à ce niveau dans le Midi de la France, ajoutant qu'elle se retrouverait peut-être dans le bassin de la Loire. On voit que cette prévision s'est entièrement vérifiée.

Enfin nous ajouterons, pour terminer, que cette étude nous a permis de préciser l'âge des sables de la Sologne ; cette formation est intercalée entre deux autres formations fossilifères, les sables de l'Orléanais et les faluns de la Touraine et par suite vient se placer sur l'horizon du calcaire de Simorre.

M. A. FAVRE

Professeur de géologie à l'Académie de Genève.

SUR UNE DÉFENSE D'ÉLÉPHANT TROUVÉE PRÈS DE GENÈVE.

— Séance du 26 août 1878 —

On a découvert dernièrement une défense d'éléphant dans une exploitation de gravier du bois de la Bâtie, près de Genève.

La partie de la défense que j'ai pu extraire mesure une longueur de 80 centimètres ; l'extrémité antérieure en est complète; j'ai pu constater, d'après de petits fragments adhérents au terrain, que la longueur totale avait été de $1^{m},55$ au moins. Peut-être la défense était-elle plus grande encore du vivant de l'animal.

Les seuls restes d'éléphants trouvés antérieurement dans le canton de Genève sont deux défenses recueillies, en 1786, par H. B. de Saussure, sur les bords de la London et sur la rive gauche du Rhône, et une petite défense découverte à Russin.

On sait que les terrains quaternaires présentent trois divisions en Suisse :

1° Les graviers qui forment des terrasses sur les bords du lac et des grandes rivières, et qui sont postglaciaires.

2° Le terrain glaciaire, composé d'argile quelquefois pure, d'autres fois plus ou moins graveleuse, parsemée, soit de cailloux striés, soit de blocs erratiques souvent très-considérables.

3° L'alluvion ancienne, ainsi nommée parce qu'elle est située au-dessous du terrain glaciaire. Elle est composée de sable et de gravier, dont les cailloux sont soudés les uns aux autres par un ciment calcaire; c'est dans ce terrain, au milieu d'un banc de sable compacte, que reposait horizontalement la défense d'éléphant du bois de la Bâtie.

Il est probable qu'elle appartient à l'*Elephas antiquus* qui a été trouvé dans l'alluvion ancienne du nord de la Suisse (à Durnten), plutôt qu'à l'*Elephas primigenius* ou mammouth, dont on n'a encore découvert les restes que dans les terrains postglaciaires (1).

M. RENAULT

Docteur ès-sciences, aide naturaliste au Muséum.

STRUCTURE COMPARÉE DES TIGES DE LEPIDODENDRONS ET DE SIGILLAIRES

— *Séance du 26 août 1878.* —

Les *Lepidrodendrons* et les *Sigillaires* ont apparu de bonne heure sur notre globe, et par le développement considérable de leur écorce ont concouru puissamment à la formation de la houille.

Les premiers se montrent à la partie supérieure du terrain dévonien, et les secondes, un peu postérieures, commencent à la partie inférieure du terrain houiller.

Les fructifications des lépidodendrons connus sous le nom de *Lepidostrobus*, décrites par B. Brown, Hooker, Brongniart, Schimper, Binney etc., etc., ne laissent aucun doute sur la nature cryptogamique de ces plantes ; et sur leur parenté, avec certaines lycopodiacées hétérosporées qui vivent encore de nos jours.

Il n'en est pas de même malheureusement pour les sigillaires, dor

(1) Voyez A. Favre, sur une défense d'éléphant trouvée au bois de la Bâtie, près de Genèv et sur les éléphants fossiles recueillis en Suisse. *Archives des sciences physiques et naturelles*, 18 t. LXIV. p. 49.

les épis trouvés, jusqu'à présent, seulement à l'état d'empreintes n'ont pas permis de résoudre définitivement la question de savoir si ces plantes voisines par l'aspect extérieur des lépidodendrons, devaient être considérées comme des lycopodiacées plus parfaites en organisation, ou bien au contraire, appartenaient à un autre embranchement, et devaient être classées à côté des gymnospermes.

Goldemberg en 1855, rencontra à la base des bractées de quelques *Sigillariotrobus*, certains corpuscules regardés par lui comme des microspores, et d'autres qu'il considéra comme des macrospores.

Mais d'un autre côté, plus récemment, MM. Dawson et Newberry ont fait connaître de nombreuses graines trouvées au Canada dans les mêmes gisements que des feuilles et des troncs de Sigillaires, et ne mettent pas en doute, que ces graines appartiennent aux sigillaires avec lesquelles, on les rencontre en si grand nombre.

Trouvera-t-on à l'état carbonaté ou silicifié un sigillariostrobus qui permette de résoudre complétement le problème, il faut l'espérer : mais en attendant, nous sommes obligés de chercher uniquement dans la structure anatomique des tiges de ces plantes, les renseignements qui peuvent jeter quelque lumière sur cette question si controversée.

La première tige qui ait fourni des notions exactes sur la structure des Lepidodendrons est celle qui a été rencontrée par *Vernon Harcourt* (1832) étudiée par Witham qui lui donna le nom de *Lepidodendron Harcourtii*, puis décrite de nouveau par Lindley et Hulton et ensuite par Ad. Brongniart, elle a confirmé le rapprochement qu'avait fait ce dernier entre les lépidodendrons et les lycopodiacées, voisines des *Psilotum* et des *Amesipteris*.

Le *Lepidodendron Harcourtii* se compose essentiellement d'une moelle centrale entourée par un cylindre vasculaire continu, formé du côté de la moelle, de larges vaisseaux scalariformes ($0^{mm},14$ de diamètre) sans trace de rayons médullaires et, à l'extérieur, d'étroits vaisseaux rayés et spiralés d'où partent les faisceaux vasculaires qui, s'écartant d'abord lentement de l'axe se rendent ensuite presque horizontalement aux cicatrices laissées à la surface par la chute des feuilles.

L'épaisseur de l'anneau ligneux ne dépasse pas 1^{mm} et son diamètre extérieur 8^{mm} : ce cylindre est entouré d'un parenchyme assez solide, suivi d'un parenchyme cortical un peu plus lâche ; enfin d'une zone de cellules étroites plus allongées disposées en séries régulières. Le plus grand diamètre du Lepid. Harcourtii est de 42^{mm} et le plus petit de 35^{mm} environ.

Les rameaux ou tiges de *Lepidodendron* rencontrés depuis, assez rarement toutefois, avec leur structure conservée, tels que *Lepid. Nothum* (Unger) *Lepid. Richteri* (Unger) n'en diffèrent pas sensiblement.

Il en est de même à l'égard du *Lomatophloios Crassicaule* étudié par Corda, et des divers Lépidodendrons décrits par M. Binney, un seul excepté le *Lepid. vasculare*, qui n'est peut-être que le *sigillaria vascularis* du même auteur.

Les tiges de *Halonia* de *Ulodendron* figurées par MM. Williamson et Binney ne s'éloignent pas sensiblement non plus par leur structure interne du *Lepid. Harcourtii.*

Les vaisseaux rayés et spiralés qui se trouvent à l'extérieur du cylindre ligneux ne forment pas un anneau continu, mais apparaissent sur une coupe transversale comme une série de dentelures plus ou moins rapprochées appliquées contre le cylindre intérieur composé de gros vaisseaux scalariformes, c'est de l'intervalle compris entre deux dentelures voisines que semblent partir les faisceaux foliaires.

Sur une coupe longitudinale tangentielle, il est facile de se rendre compte de l'origine de ces dentelures, en effet, une coupe semblable, rencontre une série de bandes vasculaires dirigées verticalement, deux bandes voisines se rapprochent, arrivent au contact puis s'écartent de nouveau, mais après avoir émis un cordon vasculaire qui occupe naturellement l'intervalle laissé par les deux bandes dont les bords se sont écartés, le cordon vasculaire s'élève verticalement dans l'intervalle pendant un certain temps, puis se recourbe pour traverser l'écorce.

Dans un autre type de Lépidodendrons, le *Lepid. Rhodumnense*, l tige est formée au centre d'un cylindre ligneux presque plein dont l diamètre extérieur atteint 22^{mm}, uniquement formé de vaisseau scalariformes volumineux ($0^{mm},17$ de diam.). Souvent il existe dans l'ax même, une cavité due soit à un déchirement du tissu, soit à ce qu cette région n'était pas encore complétement remplie ; toutefois aucu trace de cellules n'a pu être constatée dans cette cavité, ni au mili des éléments scalariformes.

A la circonférence du cylindre ligneux et sur un seul rang, se voie de nombreux faisceaux vasculaires, d'où partent les cordons destin aux feuilles.

L'écorce est formée à l'extérieur, d'un tissu fibreux, puis d'u couche qui, dans les tiges âgées peut prendre un développement con dérable, analogue par sa structure et sa disposition à la zone subéreu de certaines sigillaires (Sigill. spinulosa par ex.) ; cette couche q dans l'échantillon dont il est ici question, a plus de 1 cent. d'épaiss paraît avoir été susceptible de prendre un accroissement qui ne ces qu'à la mort de la plante, si on en juge par l'importance extraordin de certaines écorces de lépidodendrons, le tissu cellulaire peu résista placé entre cette partie subéreuse de l'écorce et le bois a rarem persisté, et ne se présente que par lambeaux.

Dans ce type de Lépidodendrons, comme dans le type représenté par le *Lepidodendron Harcourtii*, aussi bien que dans un troisième que je n'ai examiné qu'incomplétement, et dans lequel le bois au lieu de former un anneau ou un cylindre plein, n'est représenté que par des faisceaux isolés auxquels aboutissent les cordons vasculaires des feuilles. les faisceaux qui se dirigent dans ces organes partent tous de la périphérie et il ne se trouve nulle part en dehors du point d'origine de ces faisceaux, de zone génératrice capable de former des couches successives de bois, pouvant augmenter le diamètre de la tige ; si le tissu ligneux s'accroissait c'était uniquement par une lignification centripète des éléments cellulaires renfermés dans le cercle formé par les faisceaux foliaires.

Sur une coupe transversale ces derniers se présentent, soit sous la forme d'une lame renflée dans sa partie médiane, soit sous celle d'un arc dont la concavité est tournée en dessus ; dans les deux cas, de gros vaisseaux scalariformes occupent le milieu de la section et les éléments spiralés sont plus ou moins rapprochés des extrémités.

Passons maintenant à la description sommaire des tiges de sigillaires, dont la structure intérieure est la mieux connue, telles que celles des *Sig. Elegans* et *S. Spinulosa* qui appartiennent, comme on sait, aux genres *Favularia* et *Leiodermaria*.

Sur une coupe transversale, autour de la moelle qui n'est généralement conservée que par lambeaux, on remarque, un cercle de faisceaux vasculaires ayant la forme d'un croissant, dont la partie convexe est tournée vers le centre ; ces faisceaux sont composés de gros vaisseaux scalariformes vers l'intérieur ; et de fins vaisseaux rayés et spiralés, dans la partie légèrement concave qui regarde l'extérieur.

Ces faisceaux sont verticaux, rectilignes, isolés les uns des autres par du tissu cellulaire allongé.

En contact immédiat avec eux, se trouvent les coins de bois dont la juxtaposition produit un cylindre continu, les éléments en sont formés par des fibres ligneuses rayées, disposées en série rayonnante et séparées par des rayons médullaires, principaux et secondaires, les premiers sont composés de un ou deux rangs de cellules en épaisseur, et de quatre à seize en hauteur, les seconds d'un seul rang en épaisseur, et de deux à cinq en hauteur.

Des faisceaux vasculaires internes qui entourent la moelle, partent de deux en deux, dans la *Sigil. elegans*, les cordons vasculaires qui se rendent aux feuilles; c'est toujours de la face extérieure d'un seul faisceau, que s'échappe un cordon foliaire pour s'élever ensuite au milieu du bois et se diriger à travers l'écorce vers une cicatrice.

Sur toute la longueur de son parcours, dans le bois et dans l'écorce,

le cordon vasculaire se montre formé de deux parties juxtaposées dans un plan vertical, les éléments spiralés étant en contact et occupant par conséquent l'intérieur du cordon, ce double faisceau existe également dans les feuilles des sigillaires, et rappelle ainsi la disposition qu'offrent actuellement les *cycadées*, mais uniquement dans leurs feuilles.

Le bois des sigillaires formé de fibres rayées de $0^{mm},1$ de diamètre dans le *S. Spinulosa*, de $0^{mm},05$ dans le *Sig. elegans* pouvait s'accroître considérablement, grâce à une zone génératrice fonctionnant comme celle des *dicotylédones gymnospermes*.

L'écorce formée d'une couche parenchymateuse assez épaisse du côté du cylindre ligneux, se continue par une zone subéreuse, régulière et uniforme dans le *Sigil. Elegans*, mais offrant l'aspect d'un réseau à mailles nombreuses dont l'intérieur est rempli par des cellules de forme cubique dans le *Sigil. Spinulosa*, cette partie subéreuse prenait dans les tiges âgées un développement des plus considérables, de même que nous l'avons constaté dans certaines espèces de *Lepidodendrons*. La partie la plus extérieure était ou parenchymateuse *Sig. Spinulosa. Sigil. elegans* ou fibreuse, *Sigil. Saullii*.

La structure anatomique des tiges de sigillaires qui appartiennent à deux autres familles de cet ordre, et dont les types sont, d'une part, le *Diploxylon Cycadeoideum* de Corda, de l'autre le *Sigillaria Vascularis* de M. Binney, n'est pas suffisamment connue dans tous ses détails pour que l'on puisse pousser aussi loin la comparaison de leur organisation avec celle des *Lépidodendrons*.

On sait que les *Diploxylées* diffèrent des *Sigillaires* par un développement des faisceaux vasculaires qui entourent la moelle, assez considérable, pour amener leur contact, et former ainsi un anneau continu, qui rappelle jusqu'à un certain point le cylindre ligneux du Lepid. Harcourtii, mais en dehors se trouve une zone de bois à structure rayonnante parcourue par des rayons médullaires, et des faisceaux foliaires exactement comme dans les *Sigillaires* qui appartiennent à la première famille.

Le *sigillaria vascularis* de M. Binney offre une structure analogue mais de plus, dans l'intérieur de la moelle il se développe des faisceaux vasculaires plus ou moins nombreux, de sorte que cette dernière se trouve réduite à de minces lames cellulaires intercalées.

De l'exposé succinct qui précède on peut conclure ; que dans les deux types de *Lépidodendrons* les mieux connus et représentés d'un côté par le *Lepid. Harcourtii*, *le Lomatophloios crassicaule* etc. etc. de l'autre, par le *Lepid. Rhodumnense*. le cylindre ligneux sans rayons médullaires ne prenait qu'un médiocre développement et que ce développement était centripète, qu'il ne possédait pas de zone génératrice, que le

diamètre de la tige croissait surtout par la formation d'une couche subéreuse qui dans certains cas acquerrait une épaisseur considérable.

Enfin, que les faisceaux vasculaires qui se rendaient aux feuilles se détachaient de l'anastomose de deux faisceaux vasculaires voisins; ces derniers étant disposés en réseau à mailles très-allongées à la surface du cylindre ligneux formé de gros vaisseaux scalariformes ;

De plus, que sur une section transversale faite à la surface d'une cicatrice ou dans une feuille le cordon foliaire se montrait formé de deux groupes de trachées séparés par de gros vaisseaux scalariformes, comme cela se voit dans les faisceaux vasculaires de beaucoup de cryptogames,

Relativement à la structure des tiges de sigillaires on peut de même tirer les conclusions suivantes, en s'appuyant sur la structure des genres les mieux connus.

En dehors des faisceaux vasculaires, libres ou soudés en anneau de l'intérieur de la tige, il existait une zone génératrice, augmentant incessamment son diamètre, par la formation de tissu ligneux rayonnant composé de fibres rayées, parcouru par des rayons médullaires.

De même que l'écorce de certains *lépidodendrons* celle des *sigillaires* pouvait augmenter en épaisseur grâce à la formation d'une couche de plus en plus considérable de tissu subéreux.

Les cordons foliaires des sigillaires (*Sig. Spinulosa* et *Sig. Elegans*) se détachaient en partie, de la portion du faisceau vasculaire de la moelle qui touchait le cylindre ligneux extérieur et qui était occupée par les éléments les plus déliés.

Les faisceaux médullaires, dans ces deux genres, étaient disposés parallèlement et rectilignes et émettaient de deux en deux les cordons vasculaires des feuilles. Ces derniers étaient le résultat de la soudure *dans tout leur parcours* de deux faisceaux, réunis, par leurs éléments spiralés, dans un plan vertical. Cette structure est absolument différente de celle que nous avons vu exister dans les feuilles de lépidodendrons mais se rapproche de l'organisation du faisceau vasculaire des feuilles des cycadées qui vivent encore de nos jours.

Il est donc impossible de maintenir dans le même embranchement les *lépidodendrons* représentés par les deux types *Lepid. Harcourtii* et *lepid. Rhodumnense* et les *sigillaires* appartenant aux genres *Favularia* et *Leiodermaria*, je ne doute nullement que l'étude plus approfondie des autres familles de *Sigillaires* ne conduise au même résultat.

M. MORIÈRE

Professeur de géologie à la Faculté des sciences de Caen,
Secrétaire de la Société Linnéenne de Normandie.

SUR LES EMPREINTES OFFERTES PAR LES GRÈS SILURIENS DANS LE DÉPARTEMENT DE L'ORNE ET CONNUES VULGAIREMENT SOUS LE NOM DE « PAS DE BŒUF ».

— *Séance du 26 août 1878.* —

Messieurs,

Vous me permettrez de vous entretenir pendant quelques instants d'un fait géologique extrêmement curieux, observé dans divers pays, mais qui ne s'est montré nulle part peut-être d'une manière aussi complète, aussi intéressante que dans le département de l'Orne. Je veux parler de ces cavités bilobées offertes par des plaques de grès quartzit sur plusieurs points de ce département et que l'imagination populair a désignées depuis longtemps sous le nom de « pas de bœuf. »

Ce furent les plaques de grès des Vaux-d'Aubin, commune de Guéprey (arrondissement d'Argentan) qui eurent d'abord le privilég d'attirer l'attention des touristes et ensuite des géologues. Visitées dè 1826 par des naturalistes qui s'appelaient Antoine Passy, de Brébisso et de Bazoche, les empreintes offertes par les grès des Vaux-d'Aubi n'eurent pas alors un grand retentissement dans le monde savant. Il e juste toutefois de rappeler ici que le savant auteur des cartes géolo giques de la Seine-Inférieure et de l'Eure émit cette opinion : que l cavités désignées sous le nom de « pas de bœuf » étaient des empreinte *non de pas*, mais de corps organisés.

En 1834, un membre de la Société Linnéenne de Normandie, aus modeste que savant, M. Auguste Leprévost, ayant eu connaissance l'existence des empreintes des Vaux-d'Aubin par un marchand ambula de baromètres, du nom de Lecompte, écrivait à M. Eudes-Deslongchamp

« L'objet sur lequel je prends la liberté d'appeler votre attention
» la roche de grès des Vaux-d'Aubin, sur la commune de Guéprey pr
» Trun, roche sur laquelle il existe des empreintes en creux connu
» dans le pays sous le nom de « pas de bœuf ». Si vous les connaiss
» je n'ai pas besoin de vous dire qu'elles sont elliptiques, de gran
» dimensions (11 pouces sur 5), divisées longitudinalement en deux
» une ligne médiane ; — mélangées d'autres plus petites et arrondi
» — que leurs arêtes sont très-vives, et qu'enfin il en existe d'aut
» semblables, mais *moins bien venues*, à Vignats, près Falaise. Il y a vin
» cinq ans au moins que M. de Bazoches avait fait mouler ces dernier

» mais non celles des Vaux-d'Aubin, bien plus dignes de cet honneur. Je » ne pense pas que les unes ou les autres aient jamais été décrites ; je » désirerais savoir si vous les connaissez, si vous savez qu'elles aient » été jamais signalées à l'attention des paléontologistes ; si vous avez » une opinion arrêtée sur leur origine, et si vous consentiriez à en faire » le sujet d'un travail spécial.

» Ce n'est pas à moi à vous apprendre que des empreintes ana- » logues ont été observées, décrites et figurées, soit en Écosse, soit » dans le royaume de Wurtemberg. Mon savant ami, M. le Dr Mougeot, » croit que ces dernières sont bien différentes des nôtres. Maintenant, » celles-ci proviennent-elles de corps marins ou de vestiges d'animaux » anté-diluviens? C'est une question sur laquelle les observateurs sont » partagés et qui ne saurait être mieux résolue que par vous. Permettez » donc que je vous la recommande de tout mon pouvoir. »

M. Eudes-Deslongchamps s'empressa de satisfaire au désir exprimé par M. Leprévost, et il fit de son excursion aux Vaux-d'Aubin l'objet d'une communication des plus intéressantes à la Société Linnéenne, en l'accompagnant d'un dessin de la plaque de grès qui porte les empreintes.

Après avoir décrit la gorge des Vaux-d'Aubin, constaté avec sa sagacité ordinaire, l'analogie et le synchronisme de la roche de cette localité avec celle de la Brèche-au-Diable, près Falaise, l'égalité de leur origine, le savant paléontologiste examine et discute ensuite les diverses hypothèses qui peuvent être faites relativement à la production des empreintes, et il termine sa note en disant : *explique qui voudra ou qui pourra la cause de ces empreintes; quant à moi, j'y renonce.*

Retenons cependant une de ces hypothèses que M. Deslongchamps expose ainsi :

« La seule supposition, admissible à mon avis, et que je regarde » d'ailleurs comme très-précaire, serait d'attribuer les empreintes à la » présence d'animaux mous ayant vécu sur le banc à l'époque où il » avait formé le fond de la mer ; quoique mous, je les supposerais de » nature assez résistante et capables de vivre assez longtemps pour qu'il » s'ajoutât autour d'eux de nouveaux dépôts susceptibles de prendre » chaque jour une certaine solidité ; — qu'après la mort de ces animaux, » leur corps se serait détruit plus ou moins vite, et aurait laissé à la » place occupée par eux des creux, que les dépôts du banc subséquent » seraient venus combler. »

Nous allons voir que cette hypothèse, légèrement modifiée, est celle qui rend le mieux compte des faits.

Dans un ouvrage publié en 1866 (1), M. d'Archiac résumant le sys

(1) *Géologie et Paléontologie*, par d'Archiac. — Paris, Savy, 1866.

tème silurien en France, s'exprime ainsi : Les grès à *Scolithus linearis*, J. Hall, à *Lingules*, et *Bilobites* forment un horizon constant dans tout l'ouest, et l'on doit y rapporter les grès à empreintes bilobées des Vaux-d'Aubin, près d'Argentan, sortes de Cruziana, etc.

Ces empreintes bilobées et d'autres ont été remarquées, non-seulement aux Vaux-d'Aubin, mais encore à Bagnoles, dans un parc appartenant à M. Goupil, sur des plaques de grès situées au sommet du côteau qui domine l'établissement des bains. Les empreintes de Bagnoles furent signalées par M. de la Sicotière qui s'exprime ainsi dans une lettre qu'il adressait à M. Deslongchamps, le 31 janvier 1866.

« La muraille, ou, si vous l'aimez mieux, la plate-forme des rochers, » offre une surface considérable (60 à 80 mètres de longueur sur 6 à » 7 de hauteur). Cette surface, légèrement inclinée est parfaitement » lisse, et comme elle n'a été mise à découvert que depuis peu de temps, » que les lichens et les autres parasites n'ont pas encore eu le temps, » de l'envahir et de la cacher ; que la pluie même et l'air ont respecté » jusqu'ici le vif du rocher, protégé auparavant par une couche plus » ou moins épaisse de terre, le moment est très-favorable pour » l'examiner.

» Sur cette vaste surface on distingue une foule d'empreintes, quelques-» unes ressemblant à des pas d'animaux, toutes fort singulières.

» Les unes ont à peu près la forme arrondie et la dimension des » empreintes que laisserait le pied d'un très-fort cheval ($0^m,22$ de lon-» gueur sur $0^m,15$ de la largeur). Elles sont divisées en trois parties » sur le sens de la longueur ; celle du milieu convexe et les deux autres » concaves.

» Quelques-unes de ces empreintes sont superposées l'une à l'autre. » D'autres s'évasent ou s'allongent, comme si elles eussent été laissées par » un pied qui aurait glissé sur l'inclinaison de la roche.

» Les autres, plus petites et beaucoup plus nombreuses, ressemblent » assez à des pas de chèvre ou de mouton. Elles sont groupées sur diffé-» rents points en quantité très-considérable.

» Une troisième variété d'empreintes n'offre qu'une sorte de creux ou » de rainure de 5 à 7 centimètres de long, en forme de *virgule*. Ces » virgules, dirigées dans tous les sens et assez rapprochées les unes » des autres, forment des espèces de bandes isolées, assez longues et de » largeur assez régulière.

» Enfin on remarque sur la pierre plusieurs cercles à peu près régu-» liers, parfaitement marqués, s'inscrivant parfois l'un dans l'autre et » d'un diamètre, pour la plupart, d'environ $0^m,20$, — quelques-uns plus » petits. »

L'état de santé de M. Deslongchamps ne lui permit pas, comme l'en

sollicitait M. de la Sicotière, de se rendre à Bagnoles; mais en juin 1867, la Société Linnéenne, qui avait choisi Bagnoles comme lieu de son excursion annuelle, ne manqua pas d'aller visiter le parc de M. Goupil et les plaques de grès munies d'empreintes. En lisant le compte rendu de cette excursion on voit que, de l'examen des empreintes et de la discussion qui eut lieu, il ne put ressortir aucune explication scientifique satisfaisante. On se borna à constater que le phénomène était le même qu'aux Vaux-d'Aubin.

Dans une communication faite au Congrès tenu à Nantes en 1875 par l'Association française pour l'avancement des sciences, M. de Tromelin s'exprimait ainsi :

« Les grandes empreintes des Vaux-d'Aubin *paraissent être* l'impres-
» sion extérieure de vrais Bilobites, probablement du *Cruziana Prevosti*
» ou du *Cruziana rugosa* qui, comme on le sait, sont souvent très-
» arqués. »

Ainsi, jusqu'en 1875, des hypothèses avaient été formées sur l'origine des cavités bilobées offertes par les grès des Vaux-d'Aubin et les empreintes, à peine connues des géologues, qui se remarquent à Bagnoles sur les plaques de grès du parc de M. Goupil n'avaient pu recevoir d'explications.

En 1877, on a eu l'heureuse idée d'ouvrir deux carrières, l'une à droite de la porte d'entrée de l'établissement des bains, l'autre à un kilomètre plus loin, sur la route de Juvigny-sous-Andaine. L'exploitation de ces carrières a non-seulement procuré d'excellents matériaux pour l'entretien des routes, mais encore elle a permis de lever le voile qui, jusqu'alors, avait caché le phénomène de la production des cavités bilobées. Là, plus que partout ailleurs, il est facile de reconnaître que ces cavités, attribuées à des pas d'animaux, sont réellement dues à des *Cruziana* ou *Bilobites*. On voit, en effet, sur plusieurs points, des couches de grès présenter en saillie, à leur partie inférieure, des Bilobites arqués, tandis que la couche placée immédiatement au-dessous, offre à sa partie supérieure les cavités occasionnées par ces Bilobites, c'est-à-dire le phénomène des *pas de bœuf*.

On le voit, le savant doyen de la Faculté des sciences de Caen, n'était pas bien éloigné de la vérité lorsqu'il attribuait les empreintes des Vaux-d'Aubin à la présence d'animaux mous ayant vécu sur le banc de grès à l'époque où il avait formé le fond de la mer, et dont le corps, se détruisant ensuite, aurait laissé des cavités que le banc subséquent serait venu combler.

Ces corps qui, par leur destruction, ont donné naissance aux cavités étaient-ils des animaux ou des plantes?

Considérés par quelques naturalistes comme des empreintes de traî-

nées d'animaux, les Bilobites ou Cruziana paraissent aujourd'hui, pour la plupart des géologues, et c'est l'opinion de notre savant Président, devoir leur origine bien plutôt à des algues de grande taille et cartilagineuses enfouies sur place au fond des mers qu'elles tapissaient : — leur fronde ou les tronçons de leur fronde étant couverts de sédiments et occupant la partie inférieure du lit en voie de formation. Remarquons cette circonstance que le relief de l'empreinte occupe constamment le plan inférieur de l'assise et que le creux se trouve imprimé à la superficie de l'assise sous-jacente. Or, pour produire un pareil effet, il faut, ainsi que le fait observer M. le comte de Saporta, que le corps organisé soit de telle nature que d'abord ferme et assez résistant pour donner lieu à un moule, il se détruise ensuite et disparaisse, comme peut seulement le faire un organe cartilagineux et charnu qui se décompose, mais seulement après avoir été recouvert et emprisonné par la vase. La pression venant d'en haut doit entraîner à la longue le remplissage du moule et assurer la conservation du relief inférieur par un résultat inévitable de cette pression.

Dans une lettre qu'il nous écrivait à la date du 3 juin dernier, M. de Saporta nous faisait remarquer qu'il possède des rhizomes de *Nymphea tertiaires* dont la conservation a été due à un résultat absolument pareil. Un corps *totalement mou*, nous disait-il, disparaîtrait sans laisser de traces; un *corps dur* résisterait jusqu'au bout et laisserait après lui un vide s'il venait à disparaître à la longue; mais un *corps charnu et cartilagineux* doit produire l'effet auquel nous devons les *Bilobites*, et c'est pour cela que je crois que ce sont des algues.

Le nom de *Bilobites*, ajoute le savant paléontologiste d'Aix, est bien mauvais ; il ne signifie rien ; et quant aux *pas-de-bœuf*, je comprends, grâce à vous, qu'ils correspondent aux creux occasionnés par la partie la plus saillante des tubes accolés ; mais l'erreur est venue surtout de ce que l'on supposait ces sortes d'empreintes comme étant terminées aux deux extrémités, et en examinant les reliefs, on reconnaît que cette terminaison n'existe pas. Pour M. de Saporta, les tubes et les cylindres accolés et soudés représentent le support inférieur ou partie stipale de grands phyllomes cartilagineux subdivisés dans le haut. On conçoit, en effet, que cette partie qui devait être la plus épaisse et offrir le plus de résistance se soit conservée de préférence et que ce soit elle que l'on retrouve le plus ordinairement ; mais l'extrémité tout à fait inférieure de ce support, formé d'un cylindre géminé, devait *aboutir en bas à un cylindre unique*, et, dans le haut, les deux cylindres devaient se subdiviser et donner naissance à des ramifications vagues, mais toujours formées d'accolades de parties cylindriques. Nous nous appliquons à recueillir des moules de ces divers points, soit les cylindres isolés, soit les cy-

lindres géminés aux endroits où ils donnaient lieu à des ramifications ; nous espérons être bientôt en mesure de fournir les éléments qui permettront de reconstituer l'ancienne algue.

Ainsi, la recherche de l'explication des empreintes connues sous le nom de *pas-de-bœuf* va conduire probablement à déterminer la véritable nature des *Bilobites*, et ce sont les *grès de Bagnoles* qui auront fourni, en plus grande quantité, les matériaux de cette restauration.

Le *grès de Bagnoles* appartient à cet étage du *Silurien inférieur* désigné sous le nom de *grès à Tigillites*, couches à lingules, et qui paraît devoir porter désormais le nom de *grès armoricain*.

En outre des grandes empreintes bilobées, la plaque des Vaux-d'Aubin en présente un grand nombre de plus petites et à peu près circulaires (*les bouts de la canne de la Calotte rouge*) (1), qui se retrouvent également à Bagnoles, et qui doivent être rapportés au genre *Rysophycus*, ainsi que l'avait pensé M. Joachim Barrande. MM. de Tromelin et Lebesconte ont appliqué à cette espèce le nom de *Rysophycus Barrandei*, par lequel ils remplacent celui de *Arenicola baculipuncta*, donné à ces empreintes par Salter, qui les avait considérées comme étant des traces d'annélides.

C'est au *Vermiculites Panderi* (Rouault) qu'il faut rapporter cette autre empreinte en forme de virgule dont parle M. de la Sicotière; on la rencontre par centaines sur plusieurs plaques de grès de Bagnoles, mélangée avec de longues traînées qui sont probablement ce que Munster a désigné sous le nom de *Lumbricaria*.

Les *Vermiculites Panderi* et les genres *Dœdalus* et *Vexillum*, dont on voit plusieurs espèces sur les grès de Bagnoles, sont encore relégués aujourd'hui parmi ces corps *incertæ sedis* qui n'ont pas été étudiés suffisamment pour permettre de leur assigner leur véritable place. Dans tous les cas, si l'on reconnaissait que le genre *Vermiculites* doit être classé parmi les végétaux, il faudrait nécessairement changer son nom.

Le *grès silurien de Bagnoles* offre des *Tigillites* en abondance dans certaines couches et, beaucoup plus rarement, des *Brachiopodes*. Nous

(1) Voici, d'après un historien local, M. Chrétien de Joué-du-Plain, la tradition qui se rattache aux empreintes de pas et aux trous du bout de la canne :
« La *Calotte rouge* portait une longue tunique blanche et sa tête était couverte d'une calotte
» rouge; on ne pouvait comprendre son langage; ses manières étaient polies ; il avait des
» jambes de bœuf et des cornes au front, Dans les froides nuits d'hiver, la *Calotte rouge* se ren-
» dait quelquefois chez les villageois du voisinage et venait sans façon s'asseoir au coin de leur
» foyer; mais en entrant dans la maison, il cachait avec soin ses jambes sous sa tunique et
» dissimulait ses cornes sous sa calotte. Il écoutait silencieusement la conversation et souvent
» une larme venait mouiller ses yeux. Un propriétaire, voyant que l'herbe de son pré, voisin
» du rocher, diminuait chaque jour, se rendit sur le lieu à minuit ; à son arrivée, il vit la
» *Calotte rouge* sur le rocher, qu'il frappait du bout de sa canne en se promenant ; la *Calotte*
» *rouge* ayant aperçu le visiteur, fit un signe à ses bœufs, qui se dirigèrent à l'instant vers le
» rocher qu'ils gravirent. La *Calotte rouge* et ses bœufs disparurent bientôt dans la vallée. Le
» lendemain on remarqua, pour la première fois, les glissades des bœufs et les trous du bout de
» la canne. »

avons eu cependant la bonne fortune d'y recueillir plusieurs espèces de *Lingules* et d'*Obolus* que nous avons signalées dans une note précédente.

S'ils continuent d'être exploités, les grès de Bagnoles réservent encore au géologue plus d'une découverte, et les fossiles mis au jour ne seront pas certes les moins intéressants, puisqu'ils nous aideront à reconstituer la population, encore si peu connue, des mers les plus anciennes.

M. le Comte de SAPORTA

Correspondant de l'Institut.

TYPES DE VÉGÉTAUX PALÉOZOIQUES NOUVEAUX ET PEU CONNUS.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 26 août 1878.* —

M. le COMTE DE SAPORTA communique des observations sur plusieurs types de végétaux paléozoïques : ce sont des végétaux marins provenant de divers points du continent européen et de la base du terrain *silurien*. Il s'agit donc des plus anciens vestiges de la végétation primordiale, et la première question qui se pose consiste à déterminer la nature vraie de ces vestiges. — Trois types ont été particulièrement l'objet de l'examen de M. de Saporta; ce sont les *Tigillites* et les *Bilobites* ou *Cruziana*, considérés par les uns comme des algues, par les autres comme des animaux, puis les *Eophyton* signalés en Scandinavie par M. Torell, et que M. Nathorst pensait dernièrement avoir été produits par des traînées d'objets inertes qui auraient rayé le fond des mers de l'époque, sous l'impulsion du mouvement des vagues.

Les *Tigillites* doivent être mis de côté; M. de Saporta combat l'opinion exprimée récemment à leur égard par M. Crié : ce ne sont pas pour lui des végétaux, mais des tubes d'*annélides arénicoles*. — Effectivement les Tigillites constituent des corps cylindriques associés en colonies, disposés verticalement, occupant encore dans le grès armoricain leur position naturelle, et devenus solides par remplissage. Leur aspect, leur dimension, les zones obscures d'accroissement encore visible à leur surface, leur mode de terminaison inférieure, en un mot tous leurs caractères visibles, les rapprochent des *Spirographis* des côtes actuelles de la Méditerranée. Cette opinion est celle de M. le professeur Marion, dont une note se trouve jointe au travail de M. de Saporta.

Si les Tigillites doivent être exclus du règne végétal, en revanche les *Bilobites* et les *Eophyton* sont bien de véritables plantes marines, fort singulières cependant, puisque rien de ce qui existe parmi les algues de nos jours ne saurait leur être comparé. — M. de Saporta s'appuie, pour établir la nature végétale de ces corps sur une particularité du mode de fossilisation qui nous les a conservés. — Ils apparaissent en *demi-relief* à la partie inférieure des

couches ou lits où on les observe, et sont toujours imprimés en creux sur la face contiguë de la couche subjacente. — Ce demi-relief, suffisant pour montrer l'aspect vrai et tous les détails d'organisation *extérieure* de l'ancienne plante, résulte forcément de l'enfouissement d'un corps charnu ou cartilagineux qui, après s'être moulé dans le sédiment, aurait ensuite disparu en se décomposant comme il arrive à des végétaux ayant une semblable consistance.

La pression imprimée par le poids des couches en voie de formation suffit alors pour opérer le remplissage de la moitié inférieure du moule, en effaçant tout le reste, et le relief ainsi reconstitué se trouve incorporé à la roche. — Le même effet s'est produit dans la fossilisation de plusieurs plantes aquatiques et charnues du terrain tertiaire, entre autres des rhizomes de *Nymphæa*. Les *Eophyton* et les *Bilobites* n'ont entre eux d'autre trait de ressemblance que le mode commun de fossilisation; ils ont dû constituer deux genres ou même deux familles très-distinctes.

Les *Eophyton* sont des corps cylindriques (tiges ou phyllomes) plus ou moins allongés, peut-être ramifiés dans le haut ou dilatés et comprimés latéralement, mais toujours marqués de stries et de cannelures fines, régulières et longitudinales, qui affectent, dans beaucoup de cas, l'apparence de véritables nervures.

Les *Bilobites* ou *Cruziana*, auxquels ce dernier nom devrait être appliqué de préférence, se composent essentiellement de deux parties convexes ou cylindroïdes *accolées*, marquées à la surface de stries sinueuses et obliquement dirigées. La grande dimension relative de ces accolades empêche de les suivre à la surface de la roche, et d'obtenir l'ensemble d'un individu avec la terminaison supérieure de la fronde ou phyllome auquel il donnait lieu. — Il résulte pourtant d'un certain nombre d'empreintes remarquables, recueillies par M. le professeur Morière, de Caen, que les accolades, d'abord simples, se compliquaient ensuite en se ramifiant et donnaient lieu dans le haut à une expansion gaufrée, sinueuse, relevée par des convexités dont on retrouve des fragments plus ou moins étendus. — On observe en outre sur une foule de points, à la superficie du phyllome, des Cruziana, des cicatrices d'insertion, qui semblent provenir de radicules ou d'organes fructificateurs qui auraient laissé, après leur chute, la trace de l'endroit où ils étaient attachés.

Malgré des particularités aussi frappantes, il paraît impossible de marquer la véritable affinité des *Eophyton* et des *Cruziana* que rien ne rappelle dans la nature actuelle, à moins qu'on ne veuille reconnaitre en eux des Algues éteintes alliées de loin à celles de la tribu des Caulerpées.

DISCUSSION.

M. Capellini appelle l'attention sur le peu de variabilité de ces types d'Algues inférieures dans la série des formations géologiques; les mêmes types d'Algues se trouvent dans le T. silurien et le T. crétacé c'est alors qu'ils disparurent.

M. Ch. Barrois fait remarquer qu'on peut comparer les Tigillites à des formes

beaucoup moins élevées que les spirographis, ils ressemblent au canal central des Verticillipora anastomosans.

M. Zeiller rapporte l'opinion de M. Bornet d'après lequel il n'y a plus d'Algues du type paléozoïque dans nos mers actuelles.

M. A. Favre présente des observations sur les Algues de la mollasse, sur lesquelles on ne peut se baser pour établir des niveaux.

M. LENNIER

Directeur du Musée du Havre.

LES RIVAGES DE LA MANCHE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. Lennier expose le résultat de ses études sur les rivages de la Manche. Il décrit les diverses formations littorales, leur extension, et explique les particularités qu'elles présentent. Il y a des relations entre la constitution des côtes et les stations zoologiques ; ces stations ont donné lieu à d'intéressantes observations.

M. GRAND'EURY

Ingénieur à Saint-Étienne (Loire).

FEUILLES ET CHATONS DES CALAMODENDRÉES.

— *Séance du 27 août 1878.* —

Les végétaux paléozoïques sont loin d'être connus dans toutes leurs parties. Il y en a dont on ne connaît qu'un organe ; parmi ceux-ci se trouvent les Calamodendrées. On a analysé leur bois, et leur étude sur place m'a permis de reconstituer leur port. Mais on ignore leurs parties jeunes, du moins on ne leur a pas encore rattaché, d'une manière certaine, ni feuilles, ni chatons, ni fruits. Ce n'est que sous bénéfice d'inventaire que je leur ai rapporté certains Astérophyllites et attribué les graines ailées. Jusqu'à présent je n'avais vu que peu de chatons pour représenter leur organe mâle, et ces chatons en empreintes sont si mal

conservés, que je n'avais pas jugé à propos de les décrire ; je m'étais contenté d'en figurer un sous le nom de Bryon (1).

Je viens de découvrir dans une argilolithe des Astérophyllites à feuilles bifurquées et de nombreux chatons qui me paraissent bien appartenir à quelque Calamodendrée, peut-être à un Arthropitus, et à ce titre ils m'ont paru assez dignes d'attention pour en faire l'objet d'une petite note, bien qu'ils laissent beaucoup à désirer comme conservation.

La rareté des Astérophyllites à feuilles bifurquées porterait à croire que les empreintes dont la description suit proviennent d'un type isolé de Calamodendrée. Cependant, ayant rencontré dans le terrain houiller moyen de la Vendée et du nord de la France des Astérophyllites, à petites feuilles bifurquées, il est vrai, d'une manière bien différente, il pourrait bien se faire que ce feuillage soit propre à tout un groupe du grand genre Arthropitus, qui a déjà des représentants à la base du terrain houiller, en Angleterre.

Quoi qu'il en soit, les empreintes ci-dessous décrites, si elles n'avancent pas beaucoup la connaissance des Calamodendrées, apportent toujours des données nouvelles sur ces végétaux, au plus haut point remarquables par une organisation étrangère au monde actuel.

Ces empreintes sont déposées au Muséum de Paris.

CALAMODENDROPHYLLUM BIFURCATUM

Astérophyllite, dont l'axe uni passe par divers intermédiaires à des branches calamitoïdes ligneuses, et porte de longues et larges feuilles étalées, retombantes, bifurquées une seule fois sous un angle très-ouvert près de l'extrémité libre, avec lobes terminaux atténués, arrondis ; feuilles d'ailleurs très-coriaces, planes avec nervures plicatiles.

A l'aisselle d'une pareille feuille sort un petit chaton. — Dans un échantillon portant des chatons analogues, l'axe est des plus consistant, les feuilles diversement dirigées ne paraissent pas caduques. Sur de plus grosses branches, on retrouve encore la base des feuilles détruites.

BRYON CRISPATUM

Dans le gore blanc de Montmartre et du puits Ferrouillat, il y a beaucoup de chatons très-analogues, pour ne pas dire identiques, à ceux que j'ai bien vus attachés à l'Astérophyllite décrite ci-dessus. Leur axe est solide. Les uns ont à tous niveaux un très-grand nombre de stylets portant des languettes membraneuses crispées, qui me paraissent repré-

1. *Flore carbonifère* de la Loire, pl. XXXII, *fig. 1.*

senter des sacs polliniques allongés, groupés en assez grand nombre et ouverts dans le sens de la longueur. Les autres ont les stylets en verticilles et les stylets portent plus distinctement des rosaces de sacs plus ronds, plus gros, disposés comme dans les Taxus. Peut-être que ces deux formes correspondent à deux états de conservation différents des mêmes chatons. En tout cas, les épis staminifères sont des modifications profondes de rameaux.

BRYON VOLKMANNIOIDES

Dans le gore blanc de la tranchée du chemin de fer de Sorbiers, j'ai trouvé une autre sorte de chaton dont l'axe est articulé et dont les bractées horizontales légèrement relevées à l'extrémité libre, portent suspendus des sacs polliniques suivant toute apparence.

M. Francesco MOLON

Ingénieur à Vicenza (Italie).

RAPPORTS SYNCHRONIQUES DES FLORES TERTIAIRES FRANÇAISES AVEC CELLES DES PRÉALPES VÉNITIENNES.

— *Séance du 27 août 1878.* —

C'est avec beaucoup d'hésitation que je me permets de parler au milieu de savants aussi distingués que ceux qui forment cette association et dont les noms sont l'illustration de la France et l'honneur du monde scientifique.

Je veux parler des rapports de synchronisme qui existent dans les époques géologiques des flores tertiaires de France et celles des merveilleuses flores qu'on trouve dans les préalpes vénitiennes.

Les études faites principalement dans ces derniers temps sur les flores tertiaires, parmi lesquelles tiennent certainement la plus haute place les ouvrages classiques de l'illustre président M. le comte Gaston de Saporta, nous offrent bien des points de repère pour former l'histoire chronologique de la végétation en Europe pendant l'époque tertiaire, mais pour faire cela il est nécessaire d'établir les rapprochements qui lient les flores différentes eu égard non-seulement aux familles et genres, mais encore aux latitudes, aux climats et enfin à la faune des fossiles caractéristiques.

D'après l'opinion de l'illustre professeur Heer (1) la flore de Bolca dans

(1) *Sur le climat et la végétation du pays tertiaire.* — 1861.

les préalpes de Vicence et Vérone correspondrait à l'étage bartonien d'Alcunbay et les autres flores de Ronca, Vegroni, Novale, Chiavon et Salcedo à la zone méridionale du Tongrien (selon Mayer) tandis que la flore de Zovencedo correspondrait à l'étage de *l'Anthracotherium magnum.*

C'est en raison de l'autorité de cette opinion qu'on a cru devoir placer la flore de Bolca à une époque plus récente du *calcaire grossier*, en correspondance à la flore des gypses d'Aix en Provênce, c'est-à-dire à l'époque du *Paleotherium magnum* de Montmartre. Maintenant je crois que la flore de Bolca est au-dessous du *Soissonnais* en général, tandis qu'à la flore des gypses d'Aix pourrait correspondre la flore non moins intéressante et riche du Chiavon et Salcedo même aussi du Vicentin.

La série des terrains tertiaires dans les préalpes du Vicentin et du Véronais principalement de la période *éocène* se trouve si richement développée dans toutes les formations successives et différentes de façon à pouvoir présenter sans interruptions la succession de tous les dépôts qui se formèrent là durant la très-longue période éocène, de manière qu'on peut avoir l'évaluation de l'échelle chronologique successive de cette époque très-importante qui, dans ses limites et sa durée, est un sujet de divergence entre les opinions scientifiques.

La vallée de l'Alpon a son origine à Purga di Bolca et, en descendant, se dessine très-nettement à Saint-Giovanni Ilarione par la réunion des petites vallées tributaires de Monte Vegroni, Ciuppio, Grande Croce, etc., et, enfin en se dirigeant au sud près de Ronca après un bref détour, débouche dans la plaine.

A Chiuppio et Mont Vegroni on rencontre des tufs verdâtres qui se retrouvent aussi dans l'autre vallée presque parallèle de Chiampo, comme aussi à Castione et dans plusieurs localités du groupe des *Colli Berici.*

Ces tufs verdâtres contiennent une faune qui a été étudiée par M. Hébert (1) qui l'a trouvée correspondre au calcaire grossier du bassin de Paris. Ces tufs verdâtres passent à Castione du bas en haut à un calcaire à *Cerithuum giganteum*, *Fimbria lamellosa*, *Conoclypsus conovideus, etc.* Ce même étage avec les mêmes fossiles se trouve à Ronca où, quoiqu'on ait une faune locale, on y a moins la clef explicative de la fixation des horizons.

En effet à Ronca cet étage repose sur un autre étage bien caractérisé par les fossiles du Soissonnais (*Cerithium combustum*, *Nerita conoidea, etc.*), de manière qu'il y a sans interruption la succession du Soissonnais inférieur au supérieur et enfin au calcaire parisien.

Maintenant sur les tufs verdâtres de Vegroni comme aussi sur le cal-

(1) *Bulletin de la Société géologique de France.* Section II, tome XXIII, page 133.

caire à Cerithium giganteum de Ronca on trouve un étage à fossiles terrestres qui contient plusieurs palmiers de la même espèce, de manière qu'on peut considérer ces deux étages comme synchroniques.

Conséquemment si la flore à palmiers de Ronca et Vegroni est supérieure au calcaire parisien, celle-ci ne sera jamais plus récente que les sables de Beauchamp ou grès de la Sarthe qui sont immédiatement supérieurs au calcaire parisien, et comme la flore de Bolca est bien plus ancienne que la flore de Vegroni et Ronca, comme on le verra plus bas, il devient impossible que la susdite flore de Bolca ait à correspondre aux étages et à l'époque des sables de Beauchamp ou grès de la Sarthe.

En effet, dans toutes les localités où se trouve le calcaire à *Cerithium giganteum*, on trouve aussi dans les assises inférieures constamment la *Cerithium combustum* et s'il y a toute raison de croire que ces assises correspondent aux sables du Soissonnais ainsi même à Novale, on doit parvenir aux mêmes conclusions. A Novale, sous le calcaire à *Cerithium combustum*, on découvre une flore très-riche qui fut étudiée et publiée par MM. Massalongo et Visiani et qui se trouve au-dessus d'un banc très-épais de calcaire nummulitique à *Nummulina spira*. C'est pour cela que bien loin de pouvoir rapporter cette flore au *Tongrien* on pourra dire au contraire qu'elle ne doit pas être plus récente que les sables de Soissons. Maintenant qu'à Novale on a la flore sur le calcaire à *Nummulina spira*, ce même calcaire se trouve aussi à la Géchélina, à Poleo de Schio et aux Pulli de Valdagno, et partout dans les assises inférieures on trouve un autre calcaire à plus gros grain et plein des deux espèces d'Alveolines (*A. oblongua* et *A. ovoidea*). A Postale de Bolca ce même calcaire nummulitique à Alveolines atteint son plus grand développement et se trouve alterné du haut en bas avec des couches d'un schiste calcaire-marneux, dans les assises inférieures duquel on trouve les fameuses ichtyolithes et phytholithes qui, en merveilleux exemplaires, peuplent presque tous les muséums d'histoire naturelle. De cela on conclut que la flore de Novale ne peut être plus récente que les sables de Soissons et, si postérieurement à la flore de Novale nous avons trouvé premièrement le grand dépôt du calcaire nummulitique à *Nummulina spira* et ensuite le calcaire nummulitique avec les alveolines, et enfin le dépôt du schiste calcaire-marneux pour y trouver dans les assises les plus basses les couches alternées des *phyllites* et *poissons fossiles* de Bolca, on ne sera pas loin du vrai en disant que la flore de Bolca ne peut pas être plus récente que la formation lacustre de Rylly et encore que la flore lacustre de Sézanne, d'autant plus que, suivant l'opinion de Prestwich et de Deshayez, en trouvant les marnes lacustres de Rylly supérieure aux sables marins de Bracheux, on n'aurait pas le dernier terme de la

série tertiaire, et que la flore de Sézanne pourrait être immédiatement successive à la formation de lignites et argiles du Soissonnais.

On observe encore que les deux flores auraient dans les familles caractéristiques des rapports de correspondance d'autant plus grands si les caractères botaniques respectifs étaient les mêmes, puisque l'on sait que la station de Bolca est littorale maritime, tandis que celle de Sézanne est continentale terrestre.

Je ferais enfin observer que le terrain tertiaire dans ces régions vénitiennes ne se limite pas aux dernières assises de Bolca à *phyllites* et *ichtyolithes*, puisqu'il y a dans la vallée de Chiampo, comme à Spilecco, à Valecco, à Zovo, à Novale et à la Géchelina sous le calcaire nummulitique à *alveolines* plusieurs tufs basaltiques rouge-brique à taches verdâtres alternant avec des tufs gris avec beaucoup de restes des squalidés, avec *la Rhinchonella polymorpha* et beaucoup d'articulations du *Bourgueticrinus ellipticus*. Ces mêmes couches se trouvent aussi dans la haute vallée de l'Adige, dans le Trentin, et constamment ces couches sont immédiatement sur la craie qui chez nous représente le Sénonien.

D'après le professeur Suess, ces couches pourraient être l'équivalent de la formation intermédiaire entre les terrains tertiaires et la craie qui en France fut désignée sous le nom de terrain Danien ou épicrétacé et enfin Dordonien de Coquand, mais je crois devoir le comprendre toujours dans les terrains tertiaires.

Également on pourrait démontrer avec les données paléontologiques que la flore très-riche de Chiavon est synchronique à la faune de Sangonini qui correspond aux couches de Latdorf, synchroniques aux gypses de Paris et à la flore d'Aix en Provence, de manière que, en général, on pourrait conclure que les flores des préalpes vénitiennes correspondent à des époques bien plus anciennes que celles qui ont été établies par le célèbre professeur Heer, de Zurich.

Je ne puis terminer sans rappeler le souvenir d'un géologue français qui fut membre de notre Association et que la mort à frappé bien prématurément, je veux parler de M. Ferdinand Bayan, qui fut mon maître et mon ami et avec lequel j'ai fait des excursions si instructives dans le Vicentin et le Véronais.

M. DANTON

Ingénieur civil des mines.

SUR LE MÉTAMORPHISME DES ROCHES.

— *Séance du 27 août 1878.* —

Les expériences pleines d'intérêt faites par M. Daubrée, sur l'échauffement des argiles sous pression, et les conséquences qu'il en a déduites au point de vue du métamorphisme des roches, nous ont suggéré quelques réflexions que nous croyons être aussi d'un certain intérêt, et que nous exposerons brièvement ici.

Ces réflexions portent sur les points suivants :

1° Les expériences exécutées sur les terres argileuses, dans les conditions qui nous ont été exposées, sont trop différentes des phénomènes géologiques pour donner des résultats comparatifs satisfaisants;

2° Les causes du métamorphisme sont en général lentes, complexes, souvent occultes, et il est difficile d'en imiter les effets;

3° Comme exemple particulier des causes complexes et occultes de étamorphisme, on peut citer le bassin carbonifère de la basse Loire, qui, comme celui de la Savoie, renferme des combustibles de natures différentes ;

4° La cause générale du métamorphisme est toujours d'origine plutonienne, et due à une double influence de pression et de chaleur, c'est-à-dire, de nature thermo-dynamique ainsi que M. Daubrée l'a conclu de ses expériences sur les argiles.

En ce qui concerne les expériences, nous croyons que le faible échauffement de la terre à briques sous la presse, et dans le malaxeur, tient, d'une part, à l'insuffisance des moyens mécaniques et, surtout, à la présence d'une certaine proportion d'eau, qui est un corps très-mauvais conducteur de la chaleur et qui diminue l'intensité du frottement moléculaire des parties solides.

Il faudrait donc, croyons-nous, opérer sur des argiles bien desséchées, auxquelles l'effet de la pression rendra toujours, d'ailleurs, assez d'humidité; mais nous pensons qu'à moins d'employer des moyens puissants et de longue durée, au lieu d'un brassage énergique et rapide, on sera trop éloigné des effets moléculaires résultant des actions puissantes et séculaires de la nature, pour obtenir des résultats concluants.

Sur la seconde observation, que les causes du métamorphisme des roches sont lentes, complexes et occultes, il suffira d'observer que les

roches homogènes, par exemple, absorbent le calorifique qui modifie leur texture, par la double voie de la compression, parfois toute locale, et de la conductibité de la chaleur venue de l'intérieur, chaleur dont le véhicule, roche, liquide ou vapeurs, reste souvent inconnu, parce que son action ascendante est trop faible pour percer l'écorce terrestre, et se révéler à nous. Tous les géologues ont rencontré un grand nombre de ces cas de roches métamorphisées, sans causes apparentes. Ces causes peuvent d'ailleurs être lointaines, et pour ainsi dire originelles, et il suffit de se rappeler que les mers des tropiques accusent des profondeurs de 80,000 mètres, ce qui représente une pression de 800,000 kilogrammes par décimètre carré, pour admettre que tous les sédiments formés sous des mers profondes doivent éprouver un travail moléculaire extrêmement énergique, et présenter, une fois émergés, un facies bien différent des sédiments synchroniques déposés sous des eaux d'une faible profondeur.

C'est, peut-être, dans le genre d'action d'une énorme pression originelle, qu'il faut chercher l'explication de la formation des bancs fissiles ardoisiers, qui se suivent avec les mêmes caractères sur de très-grandes distances, dépôts contemporains des algues marines, et qu'aucun phénomène d'éruption locale, fût-elle étendue, ne pourrait expliquer, comme effet de métamorphisme ultérieur.

Outre cette cause originelle qui peut donner aux roches sédimentaires d'une même formation les textures les plus variées, ces roches peuvent aussi, sur certains points, avoir été plus ou moins fortement échauffées par une éruption, ou émanation calorifique sous-marine, avant leur émergence, ce qui modifierait également leur texture acquise.

Enfin des influences électro-chimiques, inséparables de tout phénomène de chaleur, et qui agissent dans les parties les plus intimes des roches, ont dû apporter leur concours dans tout phénomène métamorphique de quelque intensité, et c'est encore une des causes occultes, et la plus occulte entre toutes, de modification moléculaire et de texture.

M. Daubrée nous rappelait avec raison, comme un des plus beaux exemples de métamorphisme, les roches carbonifères, et autres, des terrains secondaires des Alpes françaises, sédiments où les matières charbonneuses présentent les diverses variétés des combustibles minéraux depuis l'anthracite jusqu'aux houilles flambantes, suivant l'intensité des influences qu'elles ont subies.

Nous rappellerons des phénomènes analogues, dans le bassin carbonifère de la basse Loire, d'une époque bien différente, il est vrai, puisqu'il appartient à l'étage dévonien supérieur.

Ce bassin, qui commence à l'est de Doué, dans le Maine-et-Loire,

qu'il traverse pour se terminer près de Nort, dans la Loire-Inférieure, se compose d'une série d'amandes, ou lentilles, séparées par des étranglements, et bien qu'ayant éprouvé une influence générale et commune, chaque lentille a des combustibles de nature plus ou moins différente. C'est ainsi que, tandis qu'aux deux extrémités, les lentilles de Doué et de Lauguin offrent des houilles collantes, propres au coke, la lentille intermédiaire de Beaulieu produit de l'anthracite la mieux caractérisée. Une première influence, générale et apparente, qui s'est exercée sur cette formation intéressante, est due aux soulèvements à peu près parallèles, des chaînes de la Bretagne et du Boccage vendéen, se rapportant aux Ballons des Vosges, et dont l'effet a été de comprimer et de relever latéralement les sédiments siluriens et dévoniens compris entre ces deux lignes d'exhaussement.

Une deuxième influence métamorphique résulte de l'éruption au nord, et non loin de cette zone dévonienne, de porphyres quartzeux ou argileux, et d'amphibolites que l'on rapporte à la même époque, mais dont l'action ne parait pas avoir été énergique sur les couches de combustible, pas plus dans la lentille anthraciteuse de Beaulieu que dans celle de Saint-Georges-Chatelaison, au sein de laquelle se voient des pointements de ces deux roches éruptives.

Quant à la cause particulière du métamorphisme des couches charbonneuses de Beaulieu, elle ne se révèle par aucun caractère extérieur, et si l'on a parfois prétendu que cette transformation locale était due à l'action des amphibolites qui longent l'amande anthraciteuse depuis *le Pont-Barré* jusqu'au sud de Beaulieu, je ne crois pas cette opinion soutenable en présence des faits suivants; c'est que, d'une part, la même roche amphibolique apparaît, au centre même de l'amande de Saint-Georges, où il n'y a pas d'anthracite, et que d'un autre côté les couches charbonneuses les plus voisines des amphibolites de l'amande de Beaulieu, celles du Nord, sont précisément les moins anthraciteuses.

Il y a donc, ici, une cause particulière, locale, qui, venant s'ajouter aux causes générales, a produit ce phénomène de distillation des matières charbonneuses, et nulle part cette influence n'a atteint plus d'énergie qu'au lieu dit le *Bois-Badeau*, près du Pont-Barré, sur les bords de la rivière du Layon. Là, en effet, existe une couche d'anthracite noire, grenue, mate dans la cassure, et dont les surfaces de contact sont au contraire lisses et miroitantes. Cette couche, lenticulaire comme elles le sont généralement, inclinée de 80° sur le nord, a été exploitée à 130 mètres de profondeur avec les mêmes caractères.

La roche sur laquelle elle repose, qui lui sert de mur, et que l'on peut voir dans le petit bois, est un grès métamorphisé, pointillé de

blanc, qui a toute l'apparence d'un porphyre. Mais de roche éruptive de ce côté, nulle trace.

On apercevra bien dans une excavation faite pour les besoins de la route, près du pont, des blocs d'une roche feldspathique qui rappelle l'eurite, roche d'origine éruptive, mais on reconnaîtra facilement que ce n'est autre chose que la célèbre *pierre carrée* qui a pu, pendant quelque temps, tromper les géologues, mais qui est remplie, sur certains points où elle supporte la houille, de calamites et autres fossiles végétaux, ce qui a levé tous les doutes.

Une autre particularité très-remarquable, qui relie encore les phénomènes dont nous nous occupons sur ce terrain, aux terrains de la Savoie, c'est que, dans la lentille de Beaulieu, toutes les empreintes folliacées, fossiles, fougères et autres, sont d'un éclat blanc, nacré, tandis que dans les autres amandes du bassin, et généralement dans tous les dépôts houillers, ces empreintes sont restées noires. Ce fait remarquable qui ne paraît se reproduire que dans les couches charbonneuses métamorphisées, comme celles de Savoie, et autres, mérite d'être signalé.

La formation carbonifère de la basse Loire nous offre donc des exemples de causes complexes, et occultes, de métamorphisation des roches sédimentaires, et nous avons cru intéressant de la signaler aux géologues de la Société.

Pour nous, nous sommes disposé à attribuer tous les effets de métamorphisme aux influences de pression et de chaleur, influences inséparables et solidaires, se résumant, en définitive, en une influence thermique qui modifie et rend plus ou moins cristalline la texture des sédiments qui subissent cette influence.

Mais, que cette influence soit due à une action de pression statique originelle; qu'elle résulte d'une action éruptive, visible ou restée souterraine; que le calorique introduit dans la roche modifiée ait été apporté par voie de conductibilité lointaine ou par un contact immédiat; que ce calorique provienne d'un frottement moléculaire, d'une émanation liquide ou vaporeuse ou, encore, d'une action électrique, c'est toujours, en dernière analyse, une production de chaleur qui en est le résultat, et, ainsi que l'a dit en terminant M. Daubrée, dont l'opinion en ces matières fait autorité, ces divers phénomènes rentrent dans le domaine de la thermo-dynamique, dont les deux termes, force et chaleur, sont équivalents comme les deux termes d'une équation.

Chacun de nous, messieurs, vérifie cette loi d'équivalence en se frottant les mains pour les échauffer, car ce n'est qu'un cas de transformation d'une force musculaire en chaleur musculaire.

DISCUSSION

M. DE TROMELIN fait remarquer que le bassin de la Basse-Loire n'appartient pas au terrain dévonien, mais au terrain carbonifère.

Mme CL. ROYER pense qu'en dessous de toute masse il se développe une quantité de chaleur; la chaleur centrale du globe serait un effet de transformation de force de pression en chaleur.

M. MARCHAND fait observer que pour développer de la chaleur, l'action combinée de la pression et du mouvement est nécessaire.

M. Amand HELLAND

Professeur de géologie, à Christiania (Norwége).

OBSERVATIONS SUR LES GLACIERS DU NORD DU GROENLAND ET SUR LA FORMATION DES ICEBERGS.

— *Séance du 27 août 1878.* —

Les observations qui suivent ont été faites pendant les mois de juin, juillet, août 1875 dans les fiords remplis de glace du nord du Groënland. J'ai exploré la région comprise entre la colonie Egedesminde (68° 42′ 9″) et le fiord Kangerdlugssuak (71° 15′) dans le district de la colonie d'Umanak (Omenak).

Le nord du Groënland est comme le reste de ce pays une contrée essentiellement montagneuse, ses côtes, comme les côtes occidentales de la Norwége, sont entrecoupées de fiords profonds, mais ici ils sont remplis par des glaciers. Si on monte sur ces glaciers, ont voit disparaître à une certaine hauteur les moraines latérales, et le glacier se rattache à une grande plaine de glace où il n'y a pas de blocs erratiques : ce manteau uniforme de glace paraît recouvrir tout le pays, les groënlandais l'appellent la grande glace (Sermerssuak). Sa surface est moins crevassée que celle des glaciers, on peut la parcourir à pied. Son épaisseur ne dépasse pas 700 pieds dans le fiord d'Ilartlek, mais il est possible qu'il existe des épaisseurs beaucoup plus grandes.

Les grands glaciers qui remplissent les fiords empêchent la croissance indéfinie de ce grand manteau de glace, ce qui arriverait sans doute si les icebergs qui se détachent de ces glaciers n'entraînaient au loin des masses de glace. Le glacier de Jakobshaven donne naissance à tous les icebergs qui remplissent la baie de Disco; le fiord est tellement encom-

bré d'icebergs et de blocs de glace, qu'on voit difficilement l'eau, et qu'il est impossible de circuler entre eux jusqu'au glacier, même avec la plus petite barque.

La figure montre un profil en travers de ce glacier; il se continue en haut avec la plaine de glace de l'intérieur, il se fractionne en icebergs à sa base ; à mesure que l'on descend vers le glacier, la glace est de plus en plus crevassée. Le fait le plus intéressant présenté par ce glacier est la rapidité de sa marche : si on vise une aiguille de glace et qu'on la place au réticule d'un théodolithe, le mouvement est sensible au bout de quelques minutes. Si on fixe un objet éloigné, en même temps qu'une aiguille de glace voisine, on constate déjà au bout d'une demie heure, qu'elles n'ont plus les mêmes relations de position.

Les vitesses des différents points de ce glacier sont indiquées dans le ableau suivant :

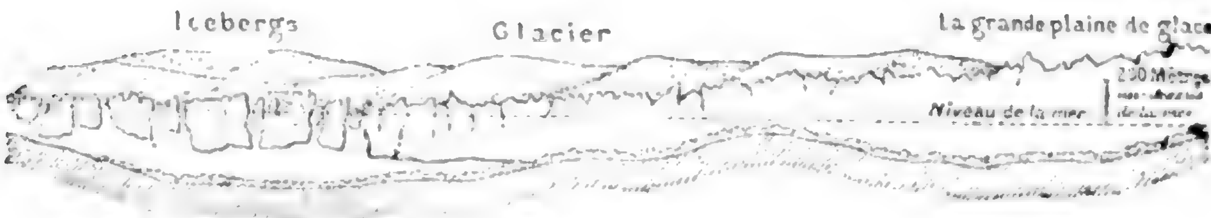


Fig. 55

Éloignement du point du bord du glacier.	Vitesse moyenne du point en 24 heures.	Vitesse du point en 24 heures.	Vitesse du point par heure.	Chemin reculé pendant le temps de l'observation.	Durée de l'observation.	JOUR ET TEMPS des mesures.	Nom du point.	
mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.	heures.			
		14.62	0.609	11.88	19 1/2	Du 7 juillet 3 h. soir à 8 juillet 10 1/2 mat.	a	
400	14.470	14.27	0.595	4.46	7 1/2	— 8 — 10 1/2 mat. à 8 — 6 soir. . .	b	I
		15.21	0.634	9.51	15	— 8 — 6 soir à 9 — 9 matin. .	c	
		17.95	0.748	14.59	19 1/2	— 7 — 3 soir à 8 — 10 1/2 mat.	a	
420	15.36	12 16	0.507	3.80	7 1/2	— 8 — 10 1/2 mat. à 8 — 6 soir. . .	b	II
		15.97	0.665	9.98	15	— 8 — 6 soir à 9 — 9 mat. . .	c	
		14.93	0 622	12.13	19 1/2	— 7 — 3 soir à 8 — 10 1/2 mat.	a	
445	15.18	15 90	0.662	4.97	7 1/2	— 8 — 10 1/2 mat. à 8 — 6 soir. . .	b	III
		14.72	0.613	9.20	15	— 8 — 6 soir à 9 — 9 mat. . .	c	
		15 41	0.642	12.52	19 1/2	— 7 — 3 soir à 8 — 10 1/2 mat.	a	
449	15.24	14.81	0.617	4.63	7 1/2	— 8 — 10 1/2 mat. à 8 — 6 soir. . .	b	IV
		15.70	0.654	9.81	15	— 8 — 6 soir à 9 — 9 mat. . .	c	
		17.80	0.740	4.97	7	— 8 — 12 midi à 8 — 7 soir. . .	a	
1049	19.77	22.46	0.936	14.04	15	— 8 — 7 soir à 9 — 10 mat. . .	b	V
		19.30	0.804	5.63	7	— 8 — 12 midi à 8 — 7 soir. . .	a	
1059	19.54	19.78	0.824	12.36	15	— 8 — 7 soir à 9 — 10 mat. . .	b	VI

Ce glacier de Jakobshaven se meut donc avec une vitesse qui n'a encore été observée dans aucun autre glacier. Il ne faudrait pas croire pourtant que tous les glaciers des fiords glacés se meuvent aussi vite; ainsi le petit glacier d'Alangordlek ne descend que de 0^m, 50 en 24 heures, celui d'Akuleakuta n'avance pas de 0^m, 40 dans le même temps. Le grand glacier de Torsukatak qui fournit aussi de grands icebergs, m'a montré une vitesse de 10 mètres en 24 heures.

Voici les résultats des observations sur le glacier de Torsukatak :

Nom du point.	JOUR ET TEMPS des mesures.	Durée de l'observation.	Chemin reculé pendant le temps de l'observation.	Vitesse du point par heure.	Vitesse du point en 24 heures.	Éloignement du point du bord du glacier.
		heures.				
I	De 24 juillet midi à 25 juillet 9 matin...	21	3.28	0.156	3.75	210
II	— — ...	21	4.95	0.236	5.66	367
III	— — ...	21	7.72	0.368	8.82	1926
IV	— — ...	21	8.84	0.421	10.10	4070
V	— — ...	21	8.89	0.423	10.16	4939
VI	— — ...	21	8.18	0.390	9.35	4968

L'inclinaison de la surface de ce glacier est presque de 2°; l'inclinaison du glacier de Jakobshaven est de 1/2°. L'épaisseur de ce dernier glacier est de 280 mètres, l'épaisseur du glacier de Torsukatak de 105 mètres.

La rapidité de marche d'un glacier varie dans les différents points de ce glacier, et suivant l'éloignement du bord ; ainsi, tandis que la partie médiane du glacier de Jakobshaven s'avance de 20 mètres en 24 heures, j'ai reconnu que sur ses bords il ne descendait que de 0^m, 02 dans le même temps. Ces différences de vitesse expliquent le crevassement de la glace des glaciers ; les crevasses sont plus nombreuses et plus profondes à mesure qu'on avance vers le centre du glacier.

Les plus grands icebergs sont formés par les glaciers à descente rapide. Avant de les décrire, il faut remarquer qu'il y a dans les eaux du Groënland quatre espèces de glaces : la *glace de l'hiver* qui se forme chaque hiver dans les baies du Groënland et fond chaque été ; 2° le *glaçon de charriage*, voyage chaque année le long de la côte orientale du Groënland, mais fond avant d'arriver dans le nord du Groënland; 3° la *glace de l'Ouest*, sorte de glaçon de charriage qui vient sans doute de la côte orientale de l'Amérique ; ces trois espèces de glaces se forment en mer; la quatrieme qui est celle des fiords du Groënland, se forme dans l'intérieur de ce pays d'où elle descend dans

les fiords, et passe à l'état d'icebergs par le détroit de Davis jusque dans l'Atlantique. Le mécanisme de la formation des icebergs est très-simple ; le fiord est une vallée remplie de glace, cette glace crevassée descend peu à peu sur le flanc de la vallée, elle arrive ainsi à la mer où elle continue d'abord à descendre de la même façon, mais cette glace submergée, dont le poids spécifique est moindre que celui de l'eau, tend à se relever et à surnager; bientôt le glacier se brise à son extrémité, et les parties ainsi détachées flottent et forment les icebergs.

On observe que ces icebergs flottant dans l'eau de mer n'ont que 1/7 de leur volume hors de l'eau : j'ai observé des icebergs qui avaient jusqu'à 386 pieds au-dessus du niveau de l'eau ; qu'on juge de leur volume en se rappelant que cette partie émergée n'est que le 1/7 de la masse totale !

Connaissant la vitesse d'un glacier, son épaisseur et sa largeur, on peut calculer le volume de glace qu'il abandonne journellement à la mer. On trouve ainsi que 16 millions de mètres cubes de glace se détachent en un jour d'été, sous forme d'icebergs, du glacier de Jakobshaven, et 6,3 millions de mètres cubes du glacier de Torsukatak. Il est plus difficile de calculer la quantité de glace émise ainsi d'un glacier de fiord en un an, à cause de l'irrégularité des saisons, on voit toutefois combien elle est énorme.

Les glaciers du Groënland présentent encore plusieurs particularités intéressantes ; le climat est peu humide, et la quantité de glace dans les fiords ne s'explique que par l'immense plaine de glace de l'intérieur du pays qui les alimente. Il est également remarquable de trouver cette plaine de glace à des altitudes si peu élevées, elle descend jusqu'à 251 mètres à Hartdlek, c'est-à-dire à un niveau inférieur à celui des neiges.

DISCUSSION.

M. DE MORTILLET trouve la vitesse de ces glaciers des fiords bien considérable dans une région dont le climat est peu humide.

M. A. FAVRE croit avec M. Helland que le grand manteau de glace de l'intérieur explique par son étendue considérable la vitesse des glaciers, qui sont des déversoirs. Il déclare que ses observations sur les glaciers du Groënland l'ont aidé à mieux comprendre l'extension et la marche des anciens glaciers des Alpes.

M. LE COMTE DE SAPORTA attribue également un rôle important à la grande plaine de glace, il donne sur cette région d'intéressants détails qu'il tient de M. Nordenskiöld.

M. J.-B. RAMES

Géologue à Aurillac.

SUR LA TOPOGRAPHIE DU CANTAL.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. LE COMTE DE SAPORTA présente un mémoire de M. J.-B. Rames, d'Aurillac, sur la topographie raisonnée du Cantal, pour servir à l'étude de la géologie et de la flore de ce département, ainsi qu'une carte topographique au 1/150,000 du Cantal.

M. BRYLINSKI

Du Havre.

SUR LA NÉPHRITE ET LA JADÉITE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. BRYLINSKI décrit leurs caractères minéralogiques, et présente un résumé critique du travail du professeur Fischer sur leur importance au point de vue archéologique.

M. COTTEAU

ancien Président de la Société géologique de France.

NOTICE SUR LES ÉCHINIDES DE L'ÉTAGE SÉNONIEN DU DÉPARTEMENT DE L'YONNE ET LEUR RÉPARTITION DANS LES DIFFÉRENTES ZONES.

— *Séance du 28 août 1878.* —

La craie blanche ou étage *sénonien* est largement développée dans le département de l'Yonne et notamment autour de la ville de Sens. M. Lambert vient de faire de cet étage une étude minutieuse et détaillée

qui nous a permis de répartir dans les différentes zones les Échinides assez abondants qu'on y rencontre.

Les espèces que nous avons étudiées, et que nous devons, pour la plupart, aux recherches assidues de M. Lambert, sont au nombre de vingt-neuf.

Cidaris subvesiculosa, d'Orbigny.
— *sceptrifera*, Mantell.
— *clavigera*, Kœnig.
— *Merceyi*, Cotteau.
— *hirudo*, Sorignet.
— *peronata*, Forbes.
— *perlata*, Sorignet.
Cyphosoma radiatum, Sorignet.
— *Kœnigi*, Desov.
— *corollare*, Agassiz.
Salenia Heberti, Cotteau.
Echinoconus conicus, Breyn.
— *vulgaris*, d'Orbigny.
— *subconicus*, d'Orbigny.
— *oblongus*, d'Orbigny.
Echinoconus Neocomiensis, Cotteau.
— *Desorianus*, d'Orbigny.
Echinocorys vulgaris, Breyn.
Offaster corculum, Schlüter.
— *pilula*, Desor.
Hollaster placenta, Agassiz.
— *æquituberculata*, Cotteau.
Cardiaster granulosus, Forbes.
Hemiaster nasutulus, Sorignet.
Epiaster gibbus, Schlüter.
Micraster cortestudinarium, Agassiz.
— *coranguinum*, Agassiz.
— *glyphus*, Schlüter.
— *Brongniarti*, Hébert.

Sur ce nombre cinq espèces, *Cidaris subvesiculosa*, *Cidaris clavigera*, *Cyphosoma radiatum*, *Cardiaster granulosus*, *Hemiaster nasutulus*, s'étaient déjà montrées dans l'étage turonien : restent vingt-quatre espèces qui peuvent être considérées comme caractéristiques de l'étage.

Les divisions principales que nous admettons avec M. Lambert, dans l'étage sénonien de l'Yonne, sont au nombre de quatre :

1° Craie à *Micraster cortestudinarium*.
2° Craie à *Micraster coranguinum*.
3° Craie à *Belemnitella quadrata*.
4° Craie à *Belemnitella mucronata*.

Si au point de vue stratigraphique et minéralogique, les limites de ces assises ne sont pas toujours nettement tranchées, elles le sont davantage au point de vue de la distribution des espèces dont un certain nombre paraît se cantonner dans les niveaux qui leur sont propres.

La craie à *Micraster cortestudinarium* nous a fourni dix espèces :

Cidaris subvesiculosa, d'Orbigny.
— *sceptrifera*, Mantell.
— *clavigera*, Kœnig.
— *Merceyi*, Cotteau.
— *peronata*, Forbes.
Cyphosoma sulcatum, Sorignet.
Echinocorys vulgaris, Breyn.
Holaster placenta, Agassiz.
Hemiaster nasutulus, Sorignet.
Micraster cortestudinarium, Agassiz.

Quatre de ces dix espèces avaient déjà vécu à l'époque turonnienne: *Cid. subvesiculosa*, *Cid. clavigera*, *Cyphosoma radiatum*, *Hemiaster nasutulus*. Quatre se retrouvent dans les zones supérieures: *C. sceptrifera*, *C. clavigera*, *Cyphosoma radiatum* et *Echinocorys vulgaris*. Quatre sont particulières à cette zone, *Cid. Merceyi*, *C. perornata*, *Holaster placenta* et *Micraster cortestudinarium*.

La craie à *Micraster coranguinum* renferme onze espèces :

Cidaris sceptrifera, Mantel.
— *clavigera*, Mantel.
— *hirudo*, Sorignet.
Cyphosoma radiatum, Sorignet.
— *Kœnigi*, Desor.
Echinocorys conicus, Breyn.
Echinoconus vulgaris, Breyn.
Holaster æquituberculatus, Cotteau.
Cardiaster granulosus, Forbes.
Epiaster gibbus, Schlüter.
Micraster coranguinum, Agassiz.

Trois de ces espèces s'étaient déjà développées à l'époque turonienne, *Cidaris clavigera*, *Cyphosoma radiatum* et *Cardiaster granulosus*. Quatre s'étaient montrées dans la craie à *Micraster cortestudinarium*, *Cid. sceptrifera*, *Cid. clavigera*, *Cyphosoma radiatum*, *Echinocorys vulgaris*. Trois espèces se retrouvent dans la zone suivante, *Cid. sceptrifera*, *Cid. hirudo*, et *Echinocorys vulgaris*. Restent cinq espèces qui caractérisent la craie à *Micraster coranguinum*, *Cyph. Kœnigi*, *Echinoconus conicus*, *Holaster æquituberculatus*, *Epiaster gibbus* et *Micraster coranguinum*.

La craie à *Belemnitella quadrata* nous a offert six espèces :

Cidaris sceptrifera, Mantel.
— *hirudo*, Sorignet.
Echinocorys vulgaris, Breyn.
Offaster corculum, Schlüter.
— *pilula*, Desor.
Micraster glyphus, Schlüter.

Les trois premières s'étaient déjà montrées dans les zones précédentes; les trois dernières sont caractéristiques dans l'Yonne de la craie à *Belemnitella quadrata*.

Une seule espèce caractéristique a été rencontrée dans la craie à *Belemnitella mucronata* :

Salenia Heberti, Cotteau.

La craie à *Ostrea vesicularis* que nous ne mentionnons ici que pour compléter la série crétacée, nous a offert, près des limites du département, une seule espèce

Micraster Brongniarti, Hébert.

Les argiles rougeâtres qui couronnent les plateaux crétacés, sur un grand nombre de points des arrondissements de Sens et de Joigny, renferment, associés à des silex crétacés, des oursins à l'état de moules siliceux

parmi lesquels nous avons reconnu les espèces sénoniennes suivantes :

Cidaris perlata, Sorignet.
Cyphosoma corollare, Agassiz.
— *Kœnigi*, Desor.
Echinoconus conicus, Breyn.
— *vulgaris*, d'Orbigny.
— *subconicus*, d'Orbigny.
— *oblongus*, d'Orbigny.
Echinoconus Icaunensis, Cotteau.
— *Desorianus*, d'Orbigny.
Echinocorys vulgaris, Breyn.
Offaster corculum, Schlüter.
— *pilula*, Desor.
Micraster cortestudinarium, Agassiz

Quelques-unes de ces espèces, bien qu'elles proviennent évidemment des couches crétacées, n'ont été rencontrées jusqu'ici, dans le département de l'Yonne, qu'à l'état siliceux, telles sont : *Cyphosoma corollare*, *Echinoconus vulgaris*, *subconicus*, *oblongus*, *Icaunensis* et *Desorianus*.

Plusieurs espèces, parmi les Échinides sénoniens de l'Yonne, méritent de fixer l'attention au point de vue zoologique. Nous citerons d'abord l'*Holaster æquituberculatus*, remarquable par sa grande taille, sa face antérieure renflée et marquée d'un sillon profond, ses tubercules abondants, serrés et partout très-apparents, son péristome rapproché du bord. Propre à la craie sénonienne du département, cette espèce, dans l'origine, avait été placée à tort parmi les Échinides de l'étage turonnien. Comme espèce rare et intéressante, nous citerons le *Cidaris Merceyi* dont nous avons figuré un exemplaire muni de quelques-uns de ses radioles; le *Salenia Heberti* que caractérisent ses granules ambulacraires, abondants et serrés et la largeur de sa zone miliaire, espèce encore bien peu connue et qui n'avait été signalée que dans la craie de Meudon ; l'*Echinoconus conicus* dont le péristome, dans un de nos exemplaires, présente, sur son pourtour intérieur, dix petites plaques subtriangulaires, acuminées, déprimées au milieu, qui ne sont autres que de petites plaques buccales dont les empreintes se retrouvent souvent sur le moule intérieur. Les *Argiles à silex* nous ont fourni un exemplaire de cette espèce qui se distingue de tous les autres par sa grande taille, sa face supérieure très-conique et très-élevée, et ne mesure pas moins de 54 millimètres de hauteur sur 46 de diamètre.

Mentionnons les *Offaster corculum* et *pilula* : la première de ces espèces fort rare encore dans les collections, nous a fourni des exemplaires parfaitement caractérisés qui nous ont permis d'en donner une description détaillée et de fixer, conformément à l'opinion de M. Schlüter, sa place générique parmi les *Offaster*. Quant à la seconde, elle est extrêmement commune dans la craie à *Belemnitella quadrata*. Suivant les observations de M. Lambert, elle se cantonnait et vivait par groupes et pour ainsi dire en famille, aussi est-elle très-abondante sur certains

points, tandis qu'un peu plus loin, dans la même couche, au même niveau, elle fait entièrement défaut. Nous avons pu étudier plus de 200 exemplaires de cette jolie espèce, presque tous d'une admirable conservation, et nous avons reconnu que si la plupart des exemplaires de l'*Offaster pilula* présentent un fasciole marginal, il en est quelques-uns chez lesquels ce fasciole n'est représenté que par de légères amorces, et que chez d'autres même, il disparaît complétement; aussi il ne nous a pas paru possible de conserver dans la méthode les deux espèces, *Offaster pilula* et *Offaster rostratus* (*Holaster Senonensis* d'Orb.) que d'Orbigny, et après lui M. Desor, avaient établies en se basant sur l'existence ou la non-existence du fasciole marginal, et nous avons cru devoir les réunir.

Mentionnons encore l'*Holaster placenta*, très-grande espèce toujours reconnaissable à son test fragile, à sa face antérieure dépourvue de sillons, à ses deux aires ambulacraires paires très-divergentes en avant, et formant en arrière un angle aigu. Non mentionnée dans la *Paléontologie française* de d'Orbigny et dans le *Synopsis des Échinides* de M. Desor, cette espèce est désignée à tort dans la plupart des collections sous le nom de *Holaster integer*; nous lui avons restitué celui de *placenta* qu'Agassiz lui avait donné en 1840.

Notons également l'*Epiaster gibbus*, considéré longtemps comme un *Micraster*, mais qui en raison de l'absence de fasciole, appartient bien réellement au genre *Epiaster*, ainsi que l'a reconnu M. Schlüter. Cette absence de fasciole est-elle constante? Nous n'oserions l'affirmer. Parmi les exemplaires très-nombreux que possède la collection de la Sorbonne et qui présentent tous les caractères de l'*Epiaster gibbus*, quelques-uns, mais un très-petit nombre, offrent de légères traces de fascioles. Nous avons remarqué ce même fait sur quelques-uns des exemplaires de notre collection. Quoi qu'il en soit, nous devons dire que la plus grande partie des échantillons d'*Epiaster gibbus* provenant soit du département de l'Yonne, soit d'ailleurs, sont dépourvus de fasciole sous anal.

Signalons en terminant une espèce encore fort rare en France, le *Micraster glyphus*, dont nous devons la découverte, dans le département de l'Yonne, à M. Lambert. Voisine du *Micraster corauguinum*, cette espèce s'en distingue par sa forme plus allongée, son sommet ambulacraire moins excentrique en arrière, son sillon antérieur plus anguleux et plus profond vers l'ambitus, son péristome encore plus rapproché du bord antérieur et muni d'une lèvre plus saillante, ses aires ambulacraires postérieures plus arrondies et la disposition toute différente des granules qui recouvrent les plaques porifères.

M. Albert GAUDRY
Professeur au Muséum d'histoire naturelle de Paris.

DES SERVICES QUE L'ÉTUDE DE L'ÉVOLUTION PEUT RENDRE POUR LA DÉTERMINATION DES TERRAINS.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. ALBERT GAUDRY développe les services que l'étude de l'évolution peut rendre pour la détermination des terrains. Il y a eu un plan dans la création : on discute pour savoir si ce plan est resté à l'état virtuel dans l'esprit du Créateur, ou s'il a été réalisé virtuellement ? D'après le développement, le degré de perfectionnement d'une flore ou d'une faune, on peut avoir une idée sur l'âge de la couche qui la contient. M. Gaudry en donne de nombreux exemples. Ainsi, s'il est vrai que dans nos pays les mammifères ont eu un développement progressif depuis le commencement des temps tertiaires jusqu'à la fin de l'époque miocène, et qu'à partir de ce moment, ils ont diminué, il devra quelquefois suffire pour déterminer l'âge d'un terrain, de considérer à quel degré d'évolution sont parvenus les fossiles qui en proviennent. Étant donnés des mammifères fossiles à déterminer, que l'on regarde s'ils sont plus ou moins marsupiaux, plus ou moins ruminants, plus ou moins solipèdes, plus ou moins lémuriens, etc.; et souvent, on peut ainsi soupçonner leur âge, avant de s'être préoccupé de savoir s'ils doivent porter tels ou tels noms spécifiques.

M. Gaudry considère successivement le développement de différents groupes dans la série stratigraphique, et montre que leur évolution peut rendre des services pour la détermination des terrains. On peut dire que, d'après le développement progressif, on détermine les grandes phases géologiques de la même façon que les stratigraphes reconnaissent les petites divisions des couches par les espèces caractéristiques, entre lesquelles il y a des passages insaisissables.

M. le Dr D.-J. VILANOVA Y PIERA
Professeur de paléontologie à l'Université centrale de Madrid.

LES KAOLINS DE LA PROVINCE DE TOLÈDE. — LE GRANIT DE L'ILE D'ELBE.

— *Séance du 28 août 1878.* —

Messieurs et chers confrères, j'ai quelques mots à vous dire sur le singulier gisement de kaolin de la province de Tolède dont voici un exemplaire, et je profiterai aussi de l'occasion pour vous donner une idée de la métamorphose du granit dans l'île de Panaria, une des îles

Lipari. D'abord le nom kaolin, d'origine chinoise, se décompose ainsi; *shi* pierre, *lin* montagne et *Kao* une montagne qui porte ce nom: on suprime la racine shi, et le mot reste comme tout le monde le sait. Mais je ne sais pas si dans le céleste Empire la roche se trouve dans les mêmes conditions géologiques comme on le voit presque toujours en Europe, c'est–à–dire disposée en petits filons, veines, etc., Par contre, en Espagne, le kaolin que vous avez sous les yeux forme dans le territoire du village appelé Montalban toute une montagne depuis la base, qui se perd dans les profondeurs de la croute terrestre, jusqu'au sommet; seulement dans la partie la plus haute on voit encore des traces de la carrière de laquelle on a tiré tous les matériaux qui ont servi à bâtir le superbe château de Pierre I^er^ de Castille et qui est en face de la montagne kaolinique, à très-peu de distance. Cette pierre est la pegmatite quelque peu porphyrique, car elle présente des petits cristaux de feldspath orthose et d'une teinte rose assez prononcée comme véritable indice de la décomposition dans sa première ou deuxième période. En descendant depuis la carrière à quelques mètres seulement, on commence à voir la roche plus décomposée de proche en proche, jusqu'à devenir telle que vous la voyez, c'est-à-dire kaolinisée complétement, avec cette circonstance très-remarquable qu'elle se continue dans ces conditions jusqu'au fond des puits qu'on a ouverts pour le lavage de la roche. Dans toute son épaisseur celle-ci conserve la même structure que la pegmatite, c'est-à-dire que celle-ci a été décomposée en place et par une cause qui assurément agissait de bas en haut, des émanations d'acide carbonique analogues à celles que les Italiens appellent *delle mofetate*. Le grand développement du kaolin, la montagne a au moins 130 ou 140 mètres de hauteur sur 3 ou 4 kilomètres de pourtour, la grande, on peut même dire l'extraordinaire quantité de substance en exploitation, et enfin le procédé employé par la nature pour décomposer la pegmatite, toutes ces circonstances, dis-je, donnent au gisement de Tolède une telle importance, que je n'hésite pas à le placer à la tête de tous ceux de l'Europe, et peut-être, du monde entier. Son propriétaire est M. D. Manuel Solomayot, de Madrid.

Relativement au granit de l'île de Panaria trouvé par moi lors de mes voyages en Italie en 1852, je partage l'opinion du célèbre naturaliste l'abbé Spallanzani dans son *Viaggio nel regno delle due Sicilie*, lequel croyait que le granit de l'île d'Elbe communiquait avec celui du côté ou angle nord-ouest de l'ancienne Irinacria (Sicile), car j'ai l'ai vu dans cette île d'abord véritable granit avec du mica doré; un peu au delà, il se présente fendillé et quelque peu altéré par l'action du feu, plus tard le fedspath prend un aspect vitreux et verdâtre qui petit à petit devient tout à fait une véritable obsidienne verte, avec

quelques points brillants de quartz et de mica ; cette roche déjà métamorphisée, devient peu à peu cellulaire et poreuse en perdant sa coloration, jusqu'à devenir grisâtre et prendre l'aspect de la pierre ponce. Voilà donc le granit transformé en obsidienne et la plupart du temps en ponce. Je dois faire observer avant de terminer que l'endroit de l'île où on trouve ces roches si curieuses se trouve en face de la pointe agréable la *punta della castagna* de l'île de Lipari, si célèbre depuis la description que Spallanzani a donnée du fameux courant d'obsidienne, et le *campo bianco* où on exploite la pierre ponce que j'ai eu l'occasion d'étudier et d'admirer.

M. le Dr D.-J. VILANOVA Y PIERA

Professeur de paléontologie à l'Université centrale de Madrid.

PRÉSENTATION D'OPALE DE L'URUGUAY.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. Vilanova présente de remarquables échantillons d'opale ; ce sont de véritables enveloppes siliceuses remplies d'eau. Elles se forment sur les bords des affluents de l'Uruguay dont les eaux contiennent beaucoup de silice dissoute à la température ordinaire. M. Vilanova explique par des actions hydrothermales l'origine de beaucoup de substances minérales.

M. A.-F. NOGUÈS

Ingénieur civil des mines, Professeur d'histoire naturelle à l'École Monge.

INCERTITUDE DE LA PALÉONTOLOGIE.

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. Gaston de TROMELIN

PRÉSENTATION DU SUPPLÉMENT AU CATALOGUE DES FOSSILES SILURIENS DE L'ANJOU ET DE LA BRETAGNE MÉRIDIONALE.

(EXTRAIT)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. Gaston de Tromelin présente, en son nom et en celui de M. Paul Lebesconte, de Rennes, un supplément à leur catalogue des fossiles siluriens de l'Anjou et de la Bretagne méridionale, paru dans les comptes rendus du congrès de Nantes. Le nombre des espèces nouvelles est peu considérable, mais il y a à signaler des localités nouvelles. M. de Tromelin a reconnu que l'étage des poudingues pourprés et des schistes rouges existait en Anjou, que dans ce pays les minerais de fer inférieurs aux schistes ardoisiers contenaient des Bilobites et devaient par conséquent être attribués au grès armoricain. Un grès de l'âge du grès de May a été trouvé dans cette région à Thourie (Ille-et-Vilaine). L'étage du calcaire ampéliteux (silurien supérieur des auteurs) a été reconnu à la Meignanne, près d'Angers. Les études sur le calcaire d'Erbray ne sont pas encore terminées, mais la partie inférieure attribuée à la faune troisième silurienne, doit subir une nouvelle réduction en hauteur, au profit du terrain dévonien. Le grès à *Orthis Monnieri*, ou base du dévonien, a été reconnu dans le département de la Loire-Inférieure à la Bodinaie, près Pierric.

M. B. de CHANCOURTOIS

Ingénieur en chef des Mines.

SUR LES ALIGNEMENTS GÉOLOGIQUES.

— *Séance du 28 août 1878.* —

On sait que, dans une région assez peu étendue pour que la courbure de la terre y soit négligeable, les directions marquées en projection horizontale par les faits topographiques et géologiques, — crêtes de montagnes, thalwegs de vallées en pays de montagne et sillons d'érosions

en pays de plaine, lignes de séparation des eaux, lignes de côtes, séries de cimes, lignes horizontales des couches inclinées, arêtes de plis anticlinaux ou synclinaux, affleurements de failles, de filons, de fissures, de dykes éruptifs, séries de points d'émanation ou d'éruption, — se rapportent à un petit nombre d'orientations, et que chacun des différents systèmes d'accidents parallèles peut être résumé par une ligne moyenne, élément d'un arc de grand cercle dont le prolongement va, en général, jouer le même rôle dans plusieurs autres régions du globe.

Les grands cercles ainsi déterminés, qu'Élie de Beaumont a appelés *cercles de comparaison*, constituent les *alignements géologiques* dans l'acception du mot la plus abstraite, mais aussi la plus étendue.

Leur parcours peut être suivi autour du globe au moyen de calculs trigonométriques ou, graphiquement, à l'aide d'instruments sphérodésiques ou d'appareils armillaires convenablement disposés; mais l'étude graphique est considérablement facilitée par l'établissement de cartes en projection gnomonique, où les grands cercles quelconques sont représentés par des lignes droites et dont l'emploi offre d'ailleurs le moyen de manifester les résultats de la manière la plus claire.

Une petite carte gnomonique de la région européenne correspondant au globe réduit au 50 millionième a été dressée par Élie de Beaumont et publiée dans sa notice sur les systèmes de montagnes, sous le titre : *Pentagone européen.*

Pour augmenter sa valeur comme instrument de recherche et de démonstration, je l'ai fait agrandir par la photographie de manière qu'elle corresponde au globe réduit au 20 millionième.

Par contre, pour avoir les moyens de suivre graphiquement à la règle un cercle entier, j'ai établi la projection complète de la surface du globe réduit au 100 millionième sur les huit faces d'un octaèdre régulier circonscrit, dont le développement constitue ce que j'appelle un *octoplanisphère*, où un même cercle est représenté par un polygone, dont chaque côté, compris dans un des triangles, se déduit, par des règles géométriques simples, de la position d'un premier côté ou de deux points d'alignement.

(Voir, pour l'explication de cette carte et de son usage, la présentation faite à la section de Géographie, séance du 29 août 1878).

C'est au moyen de ces deux cartes que je puis montrer les résultats d'une étude dont la publication a été commencée par l'insertion aux comptes rendus de l'Académie des sciences, en 1863, de trois extraits d'un mémoire relatif à la coordination des gîtes de pétrole et des gîtes minéraux, et que je poursuis maintenant au point de vue le plus général de la question des alignements.

Afin de rendre à la fois l'exposé plus court et plus significatif, je

dois commencer par énoncer la conclusion systématique qui ressort dès à présent de mon travail et qui n'est d'ailleurs qu'une généralisation du principe de parallélisme local et de perpendicularité admis de tout temps.

On peut distinguer dans l'ensemble des *cercles de comparaison* des systèmes déterminés chacun par un *grand cercle normal commun.*

Dans un système, on peut ensuite distinguer des cercles qui jouent le rôle de normaux pour d'autres systèmes dont le normal du premier fait nécessairement partie, et ces nouveaux cercles normaux se présentent par couples à angle droit qui forment avec le premier des trios rectangulaires.

Si donc on établit une carte en projection gnomonique sur le plan tangent au sommet de l'un des triangles trirectangles formés par les normaux d'un trio, l'un des trois systèmes y sera représenté par des lignes rayonnantes, et les deux autres par deux séries de lignes parallèles se croisant à angle droit.

Deux tels réticules d'alignements se manifestent clairement sur la carte du pentagone européen, dont le point de contact a d'ailleurs été choisi comme étant un point de rayonnement, puisqu'il est le centre du pentagone, ce qui doit donner à penser que ce point de contact est un sommet commun à deux triangles, ou du moins est voisin d'un tel sommet.

Quoi qu'il en soit à cet égard, l'existence des deux réticules d'alignements croisés est un fait géologique des plus remarquables.

On serait tenté de comparer la configuration géographique de l'Europe à une broderie faite sur ce réticule comme canevas.

Pour faire apprécier l'importance et la netteté des rapports ainsi résumés, il semble suffisant de citer quelques faits.

Le cercle de comparaison déterminé par la direction du Rhin en Alsace, rapportée au centre du pentagone européen, c'est-à-dire le cercle appelé par Élie de Beaumont *primitif du Rhin et de la Nouvelle-Zemble* est évidemment un normal.

Parmi les alignements qui lui sont perpendiculaires, il convient de rappeler d'abord le faisceau qui comprend les Pyrénées et la ligne qui joint l'Etna au Sinaï, dont la direction se reconnaît à l'Etna même dans les échancrures du val del Bove; mais je tiens surtout à signaler un peu au Nord de ce faisceau une ligne parallèle à la côte de Provence près de Marseille qui, jalonnée par le Vésuve où elle marque exactement la trace de la fracture qui limite l'hémicycle de la Somma, va ensuite relever Santorin, ce qui semble bien prouver que les deux volcans sont situés sur une même fracture de l'écorce.

Un faisceau d'alignements qui correspond au massif trappéen des Feroë

et de l'Islande et dont j'avais été amené à distinguer d'abord le prolongement en Amérique, parce qu'il comprend les principales sources de pétrole de la vallée de l'Ohio, se trouvent comprendre, à l'extrémité du Caucase, dans la presqu'île d'Apschéron, les gîtes de la même substance qui ont fait de Bakou le lieu classique de l'adoration du feu. Sur son parcours en Scandinavie et en Russie, il s'est produit dans les deux dernières années plusieurs phénomènes de trépidation et d'effondrement et la partie de la chaîne du Caucase qu'il traverse obliquement doit être supposée caverneuse d'après les observations géodésiques.

Plusieurs alignements importants se trouvant, sur la projection gnomonique du pentagone européen très-exactement parallèles au normal du Rhin, il y a lieu de penser que l'un des normaux qui lui sont perpendiculaires passe aussi par le point de contact du plan de projection et n'est autre que le cercle de comparaison appelé par Élie de Beaumont *bissecteur de Bassorah*. Les alignements d'Europe, poursuivis sur le globe d'après cette donnée, semblent la justifier.

Le cercle de comparaison déterminé par la direction générale du Rhin au-dessous de Coblentz, rapporté encore au centre du pentagone européen, a aussi tous les caractères d'un normal, que j'appelle *cercle du Tanganjika*, parce qu'il marque en Afrique la direction du lac de ce nom.

Parmi les alignements perpendiculaires à ce normal, j'ai remarqué depuis longtemps une ligne qui, passant par les marais de Pinsk et longeant l'Erzgebirge et la Côte-d'Or, conserve son caractère anticlinal jusque dans les plaines de la Russie, où le Volga est obligé de chercher par un détour une coupure qui lui permette de la franchir.

Le figuré orographique ajouté sur la carte photographiée, m'a fait reconnaître que les plus hauts sommets du Tatra des Alpes et des Pyrénées sont compris dans un même faisceau de la même direction, comme si ces sommets étaient les résultats d'interférences où une ondulation perpendiculaire au normal aurait joué le principal rôle.

Un alignement déterminé par le crochet méridional des Karpathes passe par le détroit de Bonifacio, longe les Baléares, la Sierra Nevada et va couper l'île de Ténériffe dans sa longueur, limitant l'hémicycle du pic absolument comme le perpendiculaire au Rhin, dont je parlais tout à l'heure, limite l'hémicycle de la Somma.

Ce système d'alignement est aussi très-intéressant au point de vue de la distribution des gîtes, c'est, par exemple, sur une ligne de cette direction que se trouvent à la fois les gîtes de fer d'Arendal et de Dannemora. Un faisceau d'environ un degré de largeur comprend les principaux gîtes de sel de l'Europe méridionale, depuis Brivieska, en Espagne, jusqu'à Iletzkaja Zaschtschita, en Russie.

Un des normaux perpendiculaires au normal du Tanganjika passe aussi au centre du pentagone européen, ou du moins dans son voisinage, à en juger par les alignements exactement parallèles à ce dernier.

Parmi ces alignements, je citerai celui qui, donné par le cours moyen du Rhin, au-dessous de Coblentz, va passer exactement par l'Etna, de sorte que, selon moi, le cours du Rhin inférieur chemine dans un très-mince faisceau de fissures de l'écorce terrestre, sur lequel se trouve la cheminée du volcan et qui, peut-être fort ancien, a reparu à travers les sédiments nouveaux, comme les lézardes reparaissent dans les murs à travers les badigeons.

Je citerai encore l'alignement des côtes nord-est d'Angleterre, qui va passer par le Mont-Blanc, celui des côtes sud-ouest de la France, qui se prolonge dans l'estuaire de la Gironde.

J'adopte provisoirement comme normal de ce système un cercle partant du centre du pentagone, qui marque la direction de la *Basse-Loire*, au dessus de l'estuaire, et va passer aux bouches de *l'Amazone*.

Les directions perpendiculaires aux normaux du Tanganjika et de la Basse-Loire, ou, ce qui revient au même, dans la partie centrale de l'Europe, les directions parallèles à ces deux cercles sont accusées d'une manière frappante dans le trait carré marqué au pied du Mont-Blanc par le cours du Rhône, en amont et en aval de Martigny :

Je ne pouvais manquer de les retrouver parmi les directions que M. Kjerulf a distinguées en Norwège, et elles sont, en effet, nettement représentées dans l'esquisse publiée récemment par cet éminent géologue.

En ce qui concerne les alignements des gîtes minéraux, je ne citerai que la coïncidence sur une même ligne de Freyberg et de Przibram.

Je n'ai insisté que sur les faits observés en Europe, mais les tracés exécutés sur l'octoplanisphère montrent que le système du normal perpendiculaire au cercle du Tanganjika, dans lequel celui-ci entre comme simple cercle de comparaison, relie la configuration de l'Europe avec celle de l'Afrique, par ses alignements rayonnant d'un point situé au sud du canal de Mozambique.

Ces faits paraîtront, j'espère, au moins suffisants pour faire prendre en considération le principe que j'ai énoncé dès le début de cet exposé synthétique.

J'ai à peine besoin d'ajouter que ce premier degré de systématisation implique, suivant moi, la nécessité d'une systématisation supérieure, consistant dans la liaison de tous les normaux par la symétrie du réseau pentagonal dont je ne veux pas aborder aujourd'hui la théorie, mais qui, on l'a vu, intervient déjà dans cette étude.

M. Gaston de TROMELIN

LES TERRAINS PALÉOZOIQUES DE L'OUEST DE LA FRANCE.
(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. DE TROMELIN présente un travail sur les terrains paléozoïques de l'ouest de la France et y signale de nouvelles découvertes faites depuis le congrès du Havre. Des fossiles de grès armoricains ont été trouvés dans les schistes subordonnés de Saint-Remy-sur-Orne, de nouveaux gîtes de fossiles des schistes ardoisiers ont été découverts. Il a rencontré des Bilobites dans le grès de May. Le silurien supérieur a été découvert au nord-ouest d'Alençon. La grauwacke gréseuse des environs de cette ville appartient à l'étage du grès à *Orthis monnieri*. Dans le département de l'Orne on voit bien la superposition du grès armoricain aux calcaires et aux schistes que M. de Tromelin considère comme l'équivalent des schistes rouges de la Bretagne et du Cotentin.

M. F. FONTANNES
De Lyon.

CLASSIFICATION DU TERRAIN TERTIAIRE SUPÉRIEUR DU BASSIN DU RHONE.
(EXTRAIT).

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. F. FONTANNES présente le troisième mémoire d'une série qu'il publie sous le titre général de : *Études stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône*. Dans cette étude, l'auteur propose une classification des terrains tertiaires supérieurs, qui, tout en étant basée principalement sur les données fournies par le Comtat-Venaissin, peut-être considérée comme typique pour tout le sud-est. Une vingtaine d'espèces nouvelles, particulièrement intéressantes au point de vue stratigraphique, sont décrites et figurées dans ce nouveau mémoire qui est intitulé : *Le bassin de Visan* (*Vaucluse*).

M. B. RENAULT

Docteur ès-sciences, aide naturaliste au Muséum.

ÉTUDE ANATOMIQUE DES CORDAITÉES.

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. J. CAPELLINI

Professeur de géologie à l'Université de Bologne (Italie).

LES COUCHES A CONGÉRIES DANS LES ENVIRONS D'ANCONE.

— *Séance du 29 août 1878.* —

Les couches à Congéries, jusqu'à présent signalées d'une manière vague dans le versant adriatique de l'Apennin et à peine constatées par les rapports stratigraphiques et par quelques fossiles isolés, ont été tout récemment reconnues par moi dans les environs d'Ancône.

Les couches à *Congeria simplex* et petites espèces de *Cardium*, surmontées par les marnes du pliocène ancien et se rattachant à la partie supérieure de la formation gypseuse-sulfureuse, méritent toute l'attention des géologues et des paléontologistes. En effet, ce précieux horizon, par les découvertes faites de 1860 à 1874 en Toscane, nous a déjà aidé à relier les formations tertiaires de l'Italie avec celles du midi de la Russie, de la Grèce, de l'Algérie, du bassin du Rhône, etc. Quoique les gisements fossilifères exploités jusqu'à présent soient encore en très-petit nombre, il serait déjà facile de signaler les couches à Congéries non-seulement dans presque tout le contour de la péninsule italienne, mais encore dans une grande partie de la Sicile.

Dans un mémoire sur la formation gypseuse de Castellina Marittima, déjà, en 1874, j'avais essayé de démontrer que les gypses tertiaires de la province de Pise étaient du même âge que les marnes gypseuses des environs de Senigallia et les gypses du Tortonais, du Bolonais et des

Romagnes, dans le versant adriatique de l'Apennin. Tout récemment j'ai été assez heureux pour découvrir que les molasses de la formation gypseuse dans les environs d'Ancône, contiennent les mêmes fossiles des couches à Congéries déjà exploitées par moi près de Castellina Marittima et dans les montagnes de Livourne.

Les couches à Congéries des environs d'Ancône, à la même latitude que celles des montagnes de Livourne dans le versant opposé de l'Apennin, nous ont présenté la même faune, à l'exception de quelques espèces nouvelles.

Le rocher qui d'après sa forme a mérité le nom de poteau (*Trave)* est constitué par les couches de la molasse supérieure aux gypses, pétrie de Congéries et de petits bucardes, les plus caractéristiques, assez souvent avec leur test bien conservé.

Pour ne pas entrer dans beaucoup de détails qui vont être l'objet d'un travail spécial sur la formation gypseuse des environs d'Ancône, je vais donner la liste des fossiles recueillis dans la molasse du *Trave* et dans la partie des mêmes couches que l'on rencontre à Monte Acuto, sur la route d'Ancône à Umana, à 210 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Quelques-unes des espèces indiquées dans la liste se trouvent aussi à Bollène dans le bassin du Rhône où les couches à Congéries ont été signalées pour la première fois par Ch. Mayer et depuis lors exploitées par MM. Tournoüer, Fontannes et autres. Un plus grand nombre a été identifié avec les fossiles caractéristiques des couches à Congéries de la Toscane, de la Grèce et de la Crimée.

Liste des fossiles recueillis dans les molasses superposées au gypse dans les environs d'Ancône :

Melanopsis, sp. — *Bithynia rubens*, Menke. — *Congeria simplex*, Barb. — *Congeria amigdaloïdes*, Dunker. — *Congeria clavæformis*, Krauss. — *Cardium Odessæ*, Barb. — *C. Abichi*, R. Hœrnes. *C. Abichi*, var. — Cap. — *C. plicatum*, Eichw. — *C. Fuchsi*, Cap. — *C. Castellinense*, Cap.— *C. Majeri*, Hœrn. — *C. semisulcatum*, Rouss. — *C. Scarabellii*, Cap. — *C. Fedrighinii*, Cap. — *C.* sp. aff. al *C. prætenue*, Mayer. — *C. edentulum*, Desh. var. — C. sp. aff. *C. Gourieffi*, Desh. — *C. Bollense?* Mayer. — *C. carinatum*, Desh. var. — *C. carinatum*, Desh. var. *elongatum*, Cap. — *C. carinatum*, Desh. var. *major*, Bayern. — *C. nova rossicum*, Barb. *C. Spratti?* Fuchs. — *C. laeviusculum*, Cap. — *Paoluccii*, Cap.

La formation gypseuse des environs d'Ancône repose sur des marnes grises avec quelques fossiles de la partie supérieure des sables noirs du bassin d'Anvers, on y a trouvé entre autres des vertèbres d'un phoque que j'ai rapporté; au. gen. *Monathérium.*

Au-dessous des marnes avec fossiles qui rappellent la faune sarmatique, il y en a d'autres encore plus dures et plus compactes, identiques à celles de la base de la Montagne de *S. Luca* et des environs d'Iano près Bologna; dans la partie la plus profonde l'on y rencontre : *Aturia Aturi*, *Solenomya Doderleini* et autres fossiles du miocène moyen.

M. TOURNOUËR

Ancien Président de la Société géologique de France.

SUR QUELQUES COQUILLES MARINES RECUEILLIES PAR DIVERS EXPLORATEURS DANS LA RÉGION DES CHOTTS SAHARIENS.

— *Séance du 29 août 1878.* —

Je désire entretenir la section de géologie de quelques coquilles marines ou débris de coquilles marines qui ont été recueillis par divers explorateurs dans la région des Chotts du Sahara algérien ou tunisien et dont la découverte se rattache par conséquent à la question de la mer saharienne. Je ne parle pas de la mer saharienne future, qui appartient à un tout autre ordre d'idées et de considérations et que je laisse absolument de côté ; je parle seulement de la mer saharienne récente ou quaternaire.

L'existence d'une grande mer saharienne quaternaire au sud de l'Atlas, mettant largement en communication la Méditerranée et l'Océan atlantique, a été acceptée, il y a quelques années, trop légèrement sans doute, par beaucoup de géographes, physiciens, géologues ou naturalistes qui ont vu dans les Chotts et les Sebkas alignés de l'est à l'ouest au-dessous de la Tunisie et de l'Algérie les résidus d'un ancien et vaste océan récemment émergé, et dans les bords élevés de ces bassins la falaise continue de cette ancienne mer ; cette hypothèse a même été reliée, par MM. Desor et Prestwich notamment, à la question de la période glaciaire et donnée comme l'explication naturelle de la plus grande extension des glaciers alpins.

Cette origine marine des Chotts a pourtant été combattue, dès le principe et récemment, par tous les géologues, à peu près sans exception, qui se sont occupés de la géologie de l'Algérie. MM. Ville, Coquand, Hardouin, Ch. Grad, Fuchs ont tous attribué à une tout autre cause l'existence de ces petits bassins salés, disposés à des

altitudes très-diverses; tous sont d'accord pour y voir des cuvettes, réceptacle naturel des eaux atmosphériques, surabondantes à une certaine époque, qui ont lavé le sol géologique environnant composé de terrains gypsifères et salifères; quelle que soit l'altitude ou quel que soit le nom de ces petits bassins, Sebkas, Zahrez ou Chotts des hauts plateaux de l'Atlas ou de la grande dépression saharienne, le fait est partout le même et la même explication lui suffit, suivant ces géologues.

L'hypothèse de la mer saharienne a été surtout combattue vigoureusement, avec une grande abondance et une grande force d'arguments, par M. Pomel (1) qui, mettant à profit ses observations personnelles et celles de MM. Marès, Barth et Duveyrier, nous a donné le tableau vrai et réel de la constitution physique, orographique et géologique du Sahara et surtout de la partie qui nous intéresse; il a montré qu'il existe vers le plateau de Laghouat, et vers 800 mètres d'altitude, un faîte de séparation, ancien selon lui, entre le Sahara occidental et le Sahara oriental; c'est seulement à l'Est de cette ligne qu'on trouve la grande dépression de l'Oued Rhir et du Souf, qui descend au-dessous du niveau de la mer, au Chott Mel'rhir, ce fond de cuvette remarquable dont le nivellement précis est dû aux belles opérations de M. le commandant Roudaire.

Mais ce bassin lui-même et les bassins contigus des Chotts tunisiens jusqu'au seuil de Gabès ne paraissent pas à M. Pomel avoir été jamais en communication directe avec la mer; et l'une des preuves sur lesquelles il s'appuie pour arriver à cette conclusion, est tirée de l'absence de toutes coquilles marines dans ce prétendu golfe méditerranéen.

Il a été cependant trouvé de véritables coquilles marines dans la région des Chotts, et précisément dans cette région basse et profonde du Chott Mel'rhir et des Sebkas ou oueds desséchés qui y aboutissent.

Dès 1865, bien antérieurement par conséquent au travail de M. Pomel, M. Desor a rendu compte (2) de la découverte qu'il avait faite, en 1863, en savante compagnie de MM. les professeurs Escher de la Linth et Martins de Montpellier (3), dans la région des oasis du Souf, de quelques coquilles marines observées dans un terrain régulièrement stratifié. Ce fait, dont M. Pomel n'a pas tenu compte, mérite cependant d'être discuté.

Postérieurement, la première expédition de M. Roudaire, en 1875, a rapporté des bords du Chott Mel'rhir une valve de coquille marine remarquable qui a été étudiée à Paris.

(1) Pomel. *Le Sahara*, 1872. — *La Mer intérieure d'Algérie et le seuil de Gabès*; *Revue scientifique* du 10 novembre 1877.

(2) Desor. *Aus Sahara und Atlas*. Wiesbaden, 1865.

(3) Martins, *Tableau physique au Sahara oriental*; *Revue des Deux-Mondes*. 1864.

Enfin, presque à la même époque, M. Thomas, attaché à notre armée d'Afrique, observateur très-zélé et très-perspicace, à qui je dois la connaissance de plusieurs faits très-intéressants relatifs à la géologie tertiaire des environs de Constantine et que j'ai communiqués à la Société géologique de France, m'a fait part de la découverte qu'il avait faite et à laquelle il attachait beaucoup de conséquences, de débris de coquilles marines dans les dunes de l'oasis ruinée de Sedrata, au sud d'Ouargla dans l'Igharghar, toujours par conséquent dans la même dépression dont font partie l'Oued'rhir et le Souf, mais plus au sud et à une altitude déjà plus relevée vers le massif des Touaregs. J'ai moi-même fait part brièvement cette année à la Société géologique (1) de la communication de M. Thomas.

Voilà donc déjà quelques faits ou publiés, ou à peu près inédits, qui tendraient à fournir des preuves paléontologiques directes de l'existence de la mer saharienne, au moins dans la dépression limitée du Mel'rhir, et auxquels j'ai cru utile de donner la publicité du congrès de l'Association française. — Si peu nombreux que soient ces faits, si peu importants et si peu décisifs même qu'ils puissent paraître en définitive, je crois utile de les enregistrer et de les discuter. Si ces faits ne doivent pas s'expliquer par l'intervention de la mer, il faut les expliquer autrement, il faut leur chercher du moins une explication plausible, en attendant que des découvertes ultérieures, qui ne peuvent pas manquer, viennent les éclaircir tout à fait et leur donner leur vraie signification dans un sens ou dans un autre.

Dégageons d'abord la question du point relatif au *Cardium edule*. Cette coquille qui ne vit plus aujourd'hui dans les Chotts, ou que du moins on n'a jamais encore signalée comme y vivant encore, pas plus qu'aucun autre mollusque d'ailleurs, est incontestablement celle qu'on a trouvée le plus communément à l'état fossile ou sub-fossile dans cette région, et sur des points très-distants ; et c'est sur elle qu'on s'est toujours appuyé pour prouver, par une coquille marine, l'existence de l'ancienne mer saharienne.

M. Pomel ne la trouve pas aussi probante, et je suis de son avis. Le *Cardium edule* n'est pas une coquille vraiment marine et attestant vraiment le littoral d'une grande mer, comme les Littorines, les Patelles et les Troques. Aujourd'hui, c'est une coquille répandue sur une quantité de points de nos côtes européennes, soit des mers du Nord et de l'Océan atlantique, soit de la Méditerranée ; mais que l'on trouve surtout dans les embouchures ou vers les embouchures des rivières, dans les lagunes ou bassins littoraux qui reçoivent des eaux

(1) *Compte rendu des séances de la Société géologique*. Séances du 4 février et du 17 juin 1878.

douces (comme le bassin d'Arcachon, l'étang de Thau, l'étang de Berre, etc.), ou dans des fonds de mer peu salés comme la Baltique, la mer d'Azof, la mer Caspienne, etc. A Trapani en Sicile, et ailleurs, il vit avec le *Potamides conicus*. Dans les lacs amers de l'isthme de Suez, il vivait en compagnie également de potamides et de *Melania tuberculata*. Il est cité par M. de Martens comme vivant dans le lac salé de Tsary-Kamych, au S.O. du lac d'Aral, en compagnie d'une Hydrobie et d'une Néritine. En Algérie même, M. Vélain a observé ce fait curieux du *C. edule* vivant, avec des *Solen*, dans l'eau potable d'un petit cours d'eau séparé de la mer par une barre de sable.

En raison de ces conditions très-différentes d'habitat, le *C. edule* varie singulièrement sous le rapport de la taille, de l'épaisseur, de la forme générale, plus ou moins transverse, plus ou moins courte et ramassée de la coquille et sous celui de son ornementation; et ces variations lui ont fait donner beaucoup de noms spécifiques par les zoologistes.

En définitive, ces différences se réduisent à deux formes principales qui correspondent aux deux grands bassins maritimes qui baignent nos côtes : une forme ou *race océanique* qui est le vrai *C. edule* de Linné, généralement transverse, avec côtes rapprochées, papillifères, et plus ou moins obsolètes; et une forme ou *race méditerranéenne* qui est le *C. glaucum* de Bruguières ou *C. pectinatum* de Lamarck (non Linné, nec Gualtieri), à côtes plus plates et plus aiguës, séparées par des intervalles plus larges. En outre de ces deux formes principales auxquelles se rattachent une quantité de variétés locales, et qui paraissent bien cantonnées dans les deux mers (1), on peut distinguer encore assez facilement une troisième forme plus grande, plus haute, généralement plus robuste et plus proprement marine : le *C. rusticum*, Lam. (*C. Lamarcki*, Reeve), qui paraît commune, au contraire, aux deux bassins, mais qui y est toujours plus exceptionnelle que les autres. Paléontologiquement, ces deux races principales dérivent évidemment et respectivement de leurs ancêtres des mêmes bassins géographiques : le *C. edule*, du *C. edulinum* du crag; et le *C. pectinatum*, du *C. edule* ou *rhom-*

(1) Il n'y a guère d'exception que pour la Baltique. Le *Cardium belticum*, Beck. petit, *fragile*, à côtes distantes, de la côte de Suède près de Calmar, de Stockolm, etc., appartient plutôt au groupe du *pectinatum* ou *glaucum* de certaines lagunes de la Méditerranée qu'au véritable *edule* des mers du Nord ou de l'Océan. Cette forme, qui apparait déjà dans les dépôts glaciaires de la Scandinavie, est évidemment en rapport avec le peu de profondeur et le peu de salure des eaux de la Baltique où on la rencontre. A Kiel, plus près de l'entrée de la Baltique, on a le type même de l'*edule* de la Manche; sur la côte prussienne de Dantzig, on en a des variétés de très-petite taille.—A l'inverse dans la région méditerranéenne, on trouve dans les eaux très-salées de la baie de Suez un *Cardium isthmicum*, Issel, très-robuste, qui s'éloigne beaucoup du type des lagunes; et dans l'île de Djerba du golfe de Gabès, une autre forme inédite également éloignée de ce dernier type. Ces exceptions ne détruisent pas le fait plus général de la division du grand groupe du *Cardium edule* en deux races principales, l'une océanique et l'autre méditerranéenne.

boides, Lam. du pliocène de Sienne, d'Oran, etc. Le *rusticum* se rattache de même au *crassum*, Defr.

Le *C. edule* subfossile du Sahara ne vit plus, comme je l'ai dit, dans la région des Chotts devenus trop salés pour nourrir aucun mollusque ou aucun animal. Mais il y a vécu certainement et en place là où l'on trouve encore ses coquilles, c'est-à-dire sur une quantité de points et sur un grand espace de l'Est à l'Ouest.

La première mention, je crois, qui en ait été faite, appartient à M. Marès qui l'a trouvé en 1857 (1) sur les bords ou dans le fond des Dayas de Habessa, au Sud de la province d'Oran, à l'altitude remarquable de plus de 400 mètres, en compagnie de plusieurs espèces de coquilles d'eau douce : *Melania tuberculata*, *Melanopsis Maresi*, Bourg., *Limnées*, *Physes* et *Paludestrines*. C'est le point le plus occidental où l'on ait encore signalé le *C. edule*. M. Marès l'a indiqué aussi dans les environs de Ouargla, vers 130 mètres d'altitude.

Presque en même temps, M. Laurent (2) l'a signalé sur les bords du Chott Mel'rhir, notamment au nord-ouest de ce Chott, dans le sondage de Ouem-el-Thiour, où le *C. edule* s'est rencontré jusqu'à une profondeur de 7 mètres.

En 1863, dans la même région, M. Desor l'a retrouvé dans le Souf, d'abord à G'mar, isolé; ensuite à Bou-Chama, associé aux coquilles marines dont nous parlerons; enfin, abondamment sur les bords même du Chott Mel'rhir; il forme même une lumachelle vers l'oued Djeddi.

Depuis, MM. Roudaire et Le Chatellier l'ont recueilli presque partout autour de ce lac; M. Roudaire l'a trouvé aussi en Tunisie, à Touzeur, sur le bord septentrional du Chott Djerid, en association avec *Melania tuberculata* et *Melanopsis cariosa* (fide Fischer), dont le sol était jonché. Il est certain que les explorations nouvelles le feront recueillir dans tout ce bassin oriental. Le musée de Gênes m'a communiqué un *C. edule*, forte variété d'ailleurs, recueilli par la mission italienne des Chotts dans l'oasis tunisienne de Mtoudja (3)?

Enfin, M. Thomas l'a recueilli, roulé, avec des Mélanies, des Planorbes, et quelques débris de coquilles marines dans les dunes de Sedrata, au Sud d'Ouargla. C'est le point le plus méridional où il ait été signalé. M. Fischer qui a eu à examiner des coquilles quaternaires, d'origine

(1) Marès, 1857. *Sur la constitution générale du Sahara dans le sud de la province d'Oran. Bull. Soc. Géol.* 2e série, t. XIV, p. 524 et suiv.

(2) Laurent. *Puits artésiens du Sahara oriental*. — *Bull. soc. géol.* 2e série, t. XIV, p. 615 et suiv.

(3) Ce *Cardium* est très-épais et très-solide; de forme ronde et étroite, un peu plus haute que large (0m,32 de haut sur 0m,30 de large); il compte 22 côtes; les médianes seulement sont très-rapprochées et subtriangulaires. Les caractères de cette variété sont plutôt ceux d'une coquille marine que d'une coquille d'eau saumâtre et je n'ai rien vu dans les Cardium des Chotts qui lui ressemblât. Comme je suis sans indication sur les conditions de son gisement, je le signale seulement ici à titre de renseignement.

fluviatile, recueillies par M. Say au sud-est de El Goleah, et au sud-ouest de Ghadamès, analogues à celles des Dayas de la province d'Oran, a noté que le *C. edule* ne s'y trouvait pas.

Vers le Nord, au contraire, il serait intéressant de savoir si le *C. edule* ne se rencontre pas dans les bassins salés des plateaux. M. Pomel semble l'y indiquer (*loc. cit.*, p. 54). M. Thomas m'a écrit également l'avoir vu près du Zahrez occidental, mais ce renseignement aurait besoin d'être confirmé; un fragment de brèche ou de lumachelle provenant de ce point et qu'il m'a communiqué, ne contient aucune trace du *C. edule*, mais seulement d'autres bivalves marines comme Vénus ou Cythérées; je ne sais que penser de cette roche isolée, peut-être pliocène.

En résumé, sauf le cas tout particulier de Bou Chama, le *C. edule* a toujours été trouvé soit seul, soit associé à des coquilles d'eau douce; et, par conséquent, je ne pense pas qu'à lui tout seul il suffise à prouver l'existence de la mer dans la région des Chotts et jusque sur le point éloigné et élevé des Dayas de Habessa.

Ce qu'il prouve seulement, c'est l'existence de lagunes saumâtres, peut-être parfaitement indépendantes les unes des autres; et les conditions dans lesquelles il a été généralement recueilli, s'accommodent très-bien de l'hypothèse des géologues qui ne voient dans les Chotts que des bassins remplis d'abord par des eaux douces qui sont devenues ensuite de plus en plus salées de façon à être finalement inhabitables à tout être vivant. Les eaux de ces bassins ont dû recevoir d'abord une population de mollusques fluviatiles, Mélanies ou Mélanopsides, à laquelle a pu s'associer bientôt le *C. edule*, puisque d'après les observations citées plus haut, il peut s'acclimater dans une eau douce. Cette population mixte a pu cohabiter assez longtemps dans ces bassins; car, d'un autre côté, je sais par M. Thomas que les Mélanies et les Mélanopsides des oasis d'Ouargla vivent souvent dans des eaux saumâtres surchargées de chlorure de sodium et absolument impotables. Puis, l'excès de salure a dû tuer d'abord les Mélanies, et finalement les Cardium eux-mêmes (1). Il semble que l'on trouve la preuve que les choses se sont ainsi passées dans la coupe si instructive du sondage de Ouem-el-Thiour citée plus haut (*loc. cit.*, p. 617 et 623), où l'on voit que la sonde a atteint à une profondeur de plus de 98 mètres, des sables à coquilles d'eau douce, *Planorbis cornu* (probablement *P. Aucapitainianus ?*), bien au-dessous des couches à *Cardium edule*, qui ne vit plus d'ailleurs dans les eaux voisines du

(1) C'est ce qui est arrivé, sur la côte de Provence, dans le petit étang de la Valduc, près d'Istres. M. Honoré Martin m'a affirmé que dans cet étang qui communiquait jadis avec la mer mais qui en est aujourd'hui séparé, l'excès de salure a détruit toute vie animale. Il y a dix ans, le *C. edule* y vivait encore, au dire du moins de M. Coquand (*Bull. Soc. géol.*, t. XXX, page 448).

Chott Mel'rhir; eau douce d'abord, eau saumâtre ensuite, puis eau surchargée de sel et impropre à la vie animale.

Reste une question cependant, celle de savoir, dans l'hypothèse où les Chotts ne sont que des bassins isolés et n'ayant jamais communiqué directement avec la mer, comment le *C. edule* a pu y pénétrer. Je pense que cela peut s'expliquer par le fait des oiseaux aquatiques et palmipèdes, emportant dans la vase attachée à leurs pattes ou à leurs plumes de jeunes cardium qui se seraient ainsi propagés de proche en proche, depuis une première station littorale jusque très-loin dans les terres. C'est une hypothèse de propagation dont il ne faut pas abuser, je le sais; mais dont il est permis d'user cependant. Sans aller jusque dans la s Chotts, il y a bien des étangs et des mares dans nos pays dont le peuplement ne peut guère s'expliquer autrement et ne peut pas s'expliquer en tout cas par la communication avec un océan voisin. — On peut se demander aussi comment le *C. edule*, var. *Eichwaldi*, Reeve, qui vit aujourd'hui dans la mer Caspienne, dans la baie de Bakou principalement, a pu s'y introduire; car on ne le trouve pas à l'état fossile dans le « calcaire des steppes » du voisinage, et il ne paraît descendre directement d'aucune forme de cet étage sarmatique.

Au point de vue spécifique, les Cardium des Chotts ne me paraissent pas pouvoir être distingués du *C. edule* (*sensu lato*) de la région méditerranéenne, si polymorphe. Eux-mêmes varient beaucoup, sous les mêmes rapports et probablement sous l'influence de conditions analogues à celles qui produisent les variations actuelles de l'espèce vivante. Parmi les Cardium du Chott Mel'rhir rapportés par M. Le Chatellier à l'École des mines de Paris, on distingue facilement deux formes au moins : l'une plus solide, rhomboïde, granulée antérieurement, qui est très-voisine de certains Cardium aujourd'hui vivant en Languedoc, en Algérie même, dans le canal de l'isthme de Suez, etc., ou dans la Caspienne (*C. Eichwaldi*); l'autre, transverse, lisse, plus fragile et plus mince et laissant apercevoir à l'intérieur les côtes de la surface, qui est non pas identique, mais du moins très-analogue à certains *pectinatum* vivant aujourd'hui à Toulon, par exemple, à Fréjus, dans l'île de Sainte-Marguerite, ou à Otschakow, dans la Mer Noire. Cette dernière forme est celle de Sedrata (Thomas), et des Dayas de Habessa (Marès).

D'après tout ce que j'ai vu, ces Cardium, généralement petits, me paraissent être des formes quaternaires de l'*edule* actuel de la Méditerranée ; et probablement des formes du quaternaire ancien. Je ne puis pas admettre l'opinion de M. Fuchs (*L'Isthme de Ghabès*, 1877, page 20, en note), qui attribue ces Cardium des ghours à une formation *marine*, « remontant *au commencement de l'époque pliocène* ». Les coquilles du moins n'indiquent pas un âge aussi ancien, ni par leur aspect, ni par

leurs caractères : comparées aux *C. edule* ou *rhomboïdes* du pliocène inférieur de Sienne ou d'Oran (puits Kharoubi), elles en diffèrent sensiblement par leur forme plus carrée, quelquefois très-transverse, par leurs côtes plates, etc., autant que par leur aspect subfossile. Mais je suis porté à croire le *C. edule* des Chotts d'une époque quaternaire assez ancienne; on peut du moins l'induire de ce qu'il a été trouvé dans les Dayas avec le *Melanopsis Maresi* et dans le Chott Rharsa avec le *Melps. cariosa* : deux espèces qui n'ont pas encore été rencontrées vivantes en Algérie, et que, par conséquent, on peut considérer, jusqu'à nouvel ordre, comme appartenant à une faune éteinte et relativement ancienne.

Mais il faut arriver aux coquilles vraiment marines, qui sont l'objet principal de cette note.

J'ai dit que la première expédition de M. Roudaire au Chott Mel'rhir, en 1875, avait rapporté des bords de ce Chott une coquille marine. C'est une valve morte d'une grande *Arca*, qui a été recueillie par M. le capitaine Parisot, sur la rive N.-O. du Chott, au S. de Cheffa, c'est-à-dire un peu au S. de l'oued Djeddi. Cette coquille, que je n'ai pas vue, mais qui a été exposée à Paris au Congrès géographique international, a été étudiée par M. Fischer, du Muséum. C'est une valve d'une assez grande espèce, de forme haute et subquadrangulaire, à côtes squammeuses, qui ne se rapporte certainement à aucune espèce actuellement connue dans la Méditerranée, et que M. Fischer n'a pu rapprocher que de l'*Arca rhombea*, Born. de l'Océan indien (Chine et Ceylan, sec. Reeve).

Si cette coquille a été apportée par l'homme là où elle a été retrouvée, comment, par quelle voie, par quelle suite d'échanges ou de hasards a-t-elle été délaissée sur les bords du Chott Mel'rhir? C'est assurément assez difficile à dire. Cependant, il est plus impossible encore de baser l'existence d'une mer saharienne ayant eu une faune particulière ou ayant communiqué directement avec l'Océan indien, sur une valve ramassée à la surface du sol, sur une des routes des caravanes africaines.

Il faut rapprocher ce fait de celui des coquilles marines trouvées à peu près à la même époque par M. Thomas, au sud d'Ouargla, et voici, d'après ses propres renseignements, dans quelles conditions :

A 7 ou 8 kilomètres au sud d'Ouargla, en remontant le fond desséché de Sebka qui supporte cette oasis et celle de N'gouça, vers 90 ou 100 mètres d'altitude, il a existé jusque vers le dixième siècle de notre ère une oasis, celle de Sedrata, qui a été abandonnée et dont les traces ont presque entièrement disparu sous les sables qui envahissent la Sebka de ce côté du sud. Ces petites dunes de sable, qui sont dominées par quelques ghours élevés semblables à ceux des Dayas du Sahara occidental, laissent cependant apercevoir entre elles le fond de la Sebka et les anciens canaux d'irrigation de l'oasis détruite, couverts de coquilles

décolorées de Mélanies et de Planorbes identiques à celles qui vivent encore dans les oasis d'Ouargla (*Melania tuberculata* de grande taille; *Planorbis Aucapitainianus*, Bourg.). C'est en cherchant attentivement sur ce sol ce qui pouvait intéresser l'archéologie historique ou préhistorique (il y a des silex taillés et des preuves d'ateliers préhistoriques autour d'Ouargla), la géologie ou la zoologie, que M. Thomas a rencontré, à son grand étonnement, au milieu des Mélanies et des Planorbes, sur un espace parcouru de 2 kilomètres environ, quelques débris de coquilles marines qu'il m'a communiqués et qui consistent en :

Assez nombreux fragments de côtes d'un grand *Pecten*,
Le sommet d'un *Pectunculus*,
Deux valves de *Cardium edule*,
Un *Triton* mutilé,
Deux spécimens de *Cypræa moneta*,
Un très-petit *Conus* mutilé.

Ces débris de coquilles sont extrêmement roulés et polis; ils sont décolorés comme les coquilles d'eau douce avec lesquelles ils ont été trouvés, soit dans le lit des anciens canaux d'irrigation, soit à la surface des petites dunes; ils portent, comme celles-ci, des traces d'un limon rougeâtre et durci; ils sont, comme elles, imprégnés de chlorure de sodium.

Les débris de *Pecten* se rapportent au *P. jacobæus*, L. de la Méditerranée;

Les *Pectunculus*, au *P. violacescens*, Lam. id.;

Le *Cardium edule*, à la variété transverse de Habessa, etc.;

Le *Triton*, au *T. olearium*, Linné (=*succinctum*, *parthenopæum*, etc.) de la Méditerranée; la coquille est mutilée à son sommet et brisée sur la partie dorsale;

La *Cypræa moneta* est typique, mais petite;

Le petit *Conus*, dont le sommet est troué circulairement, n'a pas pu être déterminé spécifiquement, à cause de cette mutilation et de son état d'usure et de roulure extrêmes. Cependant je puis affirmer, ce qui ne manque pas d'intérêt, que ce Cone n'est pas une espèce de la Méditerranée (qui n'en compte qu'une seule d'ailleurs et bien connue, le *C. mediterraneus*, Brug.). C'est une très-petite coquille, 10 millimètres de hauteur sur 7 de large au sommet, à spire probablement plane, ornée sur toute sa surface de petites côtes transversales saillantes et assez espacées et montrant à la naissance de la spire les traces d'une série de petits tubercules. On voit aussi que la surface était entièrement colorée en petit damier de petites taches carrées brunâtres sur fond blanc. Ces caractères conviennent à quelque espèce de l'Océan indien, sans que je puisse préciser à laquelle.

Que penser de ces coquilles? Que dire de ces débris, trouvés dans de telles conditions? Sans doute, ce que j'ai dit plus haut de l'*Arca* du Chott Mel'rhir.

Elles ne sont certainement pas en place! Elles ont été trouvées dans un terrain superficiel et mobile, avec des coquilles fluviatiles, avec un Cardium d'eau saumâtre, sur l'ancien emplacement d'un centre de population berbère, qui est lui-même sur un des chemins suivis par les caravanes qui allaient du Soudan au littoral, dans une région où l'on a même trouvé des vestiges de l'homme préhistorique! La présence seule parmi ces coquilles de la *cypræa moneta* ou *cauri*, quoique son introduction dans le centre même de l'Afrique ne soit pas très-ancienne, au dire de Barth, ainsi que me l'a fait remarquer M. Thomas, semble accuser ici l'intervention de l'homme. Il est sans doute singulier de trouver dans les sables de Sedrata une petite coquille, probablement venue de la côte Est de l'Afrique, comme le petit *Conus*, et que sa petitesse même et son insignifiance apparente rendent encore plus surprenant de rencontrer si loin de son lieu d'origine! Mais il en est de cette coquille comme de l'*Arca rhombea;* sa présence dans le Sahara s'expliquera peut-être un jour très-clairement, du fait de l'homme. Pour le moment, il m'est impossible de voir dans cette association des coquilles de Sedrata, et dans les conditions de gisement où elles ont été trouvées, une preuve de l'existence de la mer Saharienne à cette latitude; j'ai cru bon cependant de signaler les faits curieux, observés si consciencieusement par M. Thomas.

Restent les observations de M. Desor.

M. Desor lui-même en a rendu compte avec une grande précision dans sa note « Aus Sahara und Atlas. Wiesbaden, 1865 » page 45 et suivantes, pl. III. Je les rappelle brièvement. M. Desor, étant entré dans le Souf, vers El-Oued, à peu près à la hauteur de Tuggurt, se dirigeait au Nord vers le Chott Mel'rhir; à quelques kilomètres de l'Oasis el G'mar, il observa pour la première fois des débris de *Cardium* dans la tranche des sables régulièrement stratifiés des petits ghours au pied desquels il se trouvait, dans une région profondément ravinée par les érosions. Le lendemain près du puits de Bou Chana, il recueillit dans les talus abrupts des mêmes sables stratifiés, recouverts par une corniche gypseuse dure :

Le *Cardium edule* intact ;

Des fragments de Balanes (*Balanus miser*, L ?) ;

Et une Nasse, la *Nassa gibbosula,* Linné sp. M. Desor a désigné cette coquille sous le nom de *Buccinum gibberulum,* Lamarck, qui n'existe pas, et comme une espèce vivante « des côtes nord-ouest de l'Afrique » ce qui peut induire en erreur. C'est le *Buccinum gibbosulum* de Linné et

de Lamarck, espèce méditerranéenne bien connue, assez commune dans le Levant, sur les côtes de Syrie (*Nassa circumcincta*, Adams), beaucoup plus rare dans la Méditerranée occidentale (Sicile, Corse, Provence) et qui n'a pas encore été signalée sur les côtes mêmes de l'Algérie, (V. Weinkauff) quoiqu'elle s'y trouve aussi vraisemblablement. Cette Nasse est indiquée par M. de Monte-Rosato comme se trouvant en Sicile dans la zone des laminaires; elle est peut-être plus littorale encore dans le Levant.

On voit de suite la différence capitale qui sépare les faits observés par M. Desor de ceux que j'ai précédemment rapportés. Ici ce ne sont plus des coquilles trouvées à la surface du sol, comme l'*Arca rhombea* du Mel'rhir, ou roulées dans des petites dunes mouvantes avec des Mélanies, comme les coquilles de Sedrata; ce n'est plus même le *C. edule* des Dayas de Habessa, trouvé bien en place, il est vrai, mais uniquement associé à des Mollusques d'eau douce, nombreux et variés, dans des fonds de marécages qu'on ne peut pas appeler marins. Ici ce sont trois espèces marines, littorales, de la Méditerranée, associées sans mélange d'espèces d'eau douce, dans des couches sédimentaires régulièrement stratifiées et antérieures aux grandes érosions de la région.

En présence de telles circonstances, M. Desor n'hésite pas à dire qu'il y a là la preuve matérielle de l'existence de la mer saharienne, au moins jusque dans la région basse et profondément déprimée du Chott Mel'rhir.

Je ne trouve pas les faits aussi concluants qu'ils le paraissent à M. Desor, et je lui demande la permission de lui soumettre les observations suivantes qui sont d'ailleurs de ma part des observations théoriques, puisque je n'ai pas été sur les lieux; j'ai seulement vu les coquilles :

Premièrement, les sables stratifiés de Bou Chana, d'après la description et le dessin qu'en donne M. Desor et d'après ses expressions mêmes, ont toute l'apparence d'une stratification *torrentielle*. Leur nature, leur disposition en couches obliques coupées par des couches horizontales en discordance, semblent rappeler tout à fait la disposition des alluvions fluviatiles anciennes de la Bresse ou celle du diluvium de la vallée de la Seine, avec laquelle les géologues parisiens sont familiarisés. Géologiquement, rien ne prouve que ce soit là des dépôts marins; ils ont au contraire toute l'apparence de dépôts fluviatiles, torrentiels, de dépôts diluviens en un mot.

Deuxièmement, si ce sont des dépôts diluviens, il n'est pas plus singulier d'y trouver des coquilles marines ou autres, remaniées, qu'il ne l'est d'en trouver dans les alluvions de la Bresse ou dans le diluvium de Paris, où les fossiles des formations sous-jacentes sont si abondants

par places avec les débris de l'industrie humaine préhistorique et avec les coquilles ou les animaux de la faune diluvienne elle-même.

Dans ce cas, le *Cardium edule* de Bou Chana et de G'mar pourrait ne pas être réellement en place, mais remanié et entraîné là d'un point quelconque d'une région où il a été très-abondant et où on l'a trouvé si souvent, même en amont du point en question.

En y réfléchissant, on peut en dire autant des débris de *Balanes*. Quoique ces débris n'aient pas encore été signalés ailleurs qu'à Bou Chana, les Balanes cependant peuvent avoir vécu sur quelques points des Chotts avec les *Cardium edule* et dans les mêmes conditions qui n'entraînent pas forcément la supposition d'une grande mer saharienne. Les Balanes sont littoraux comme le *C. edule;* sur nos côtes de l'Ouest et du Sud-Ouest, ils vivent dans des eaux saumâtres et peuvent même résister quelque temps au contact des eaux douces; ils pullulent, sur les jetées et sur les épis, à la limite supérieure du balancement des marées et restent longtemps à l'air libre (Fischer, *Mollusques du dép. de la Gironde*). Ils peuvent si bien s'accommoder des conditions biologiques du *C. edule*, que j'ai reçu des lagunes d'Odessa une quantité de coquilles de cette espèce sur lesquelles adhéraient des Balanes. Ils peuvent donc avoir vécu ensemble dans la région orientale des Chotts et leurs débris peuvent avoir été ensuite emportés et remaniés ensemble dans le diluvium de Bou Chana.

La *Nassa gibbosula* est plus embarrassante. C'est une coquille marine, plus vraiment marine que les *Cardium* ou que les Balanes, et de plus, c'est une coquille considérée comme rare. On est étonné de la trouver dans les dépôts de Bou Chana; si ces dépôts ne sont pas des dépôts marins, comment y expliquer sa présence? J'ai eu entre les mains cette coquille, qui m'avait été communiquée obligeamment par le musée de Zurich auquel elle appartient, et je l'ai montrée à la Société géologique. C'est un échantillon extrêmement roulé (parfaitement reconnaissable d'ailleurs, il n'y a pas de doute possible sur l'espèce), mais encore frais et légèrement coloré, ayant à peine l'apparence subfossile, et percé sur le dos, accidentellement et par usure? ou *intentionnellement?* Plusieurs personnes qui l'ont vue ont pensé que cette coquille avait été perforée par le fait de l'homme, peut-être de l'homme préhistorique? Cela est possible, en effet, et à l'appui de ce sentiment, je rappellerai ce fait curieux, et bien topique, que la *Nassa gibbosula*, coquille rare, je le répète, de la Méditerranée, mais à cause de cela même, sans doute, recherchée par les anciennes populations préhistoriques, grands amateurs de coquillages, a été trouvée par M. Rivière dans la grotte célèbre de Grimaldi, près Menton; et bien plus, par M. Massénat, dans la grotte de Laugerie-Basse, en Dordogne, avec deux autres coquilles de la Médi-

terranée, *Cypræa pirum*, et *C. lurida*. (V. Fischer, *Bull. Soc. Géol.*, 1876. Coq. des cavernes). — Si la *Nassa gibbosula* a été portée jusque dans la Dordogne par l'homme de l'âge de la pierre, il n'est pas impossible assurément de supposer qu'elle ait été portée, de son fait aussi, du littoral méditerranéen dans le Souf qui n'en est pas bien loin et où l'âge de la pierre est bien constaté, et que là elle ait été saisie par les phénomènes diluviens qui l'ont entraînée et associée, par un hasard singulier, je l'avoue, à deux autres coquilles marines dans les sables de Bou Chana (1).

En résumé, je maintiens les conclusions sommaires que j'ai données sur ce sujet à la Société géologique dans une communication récente et que j'ai seulement voulu développer dans la présente note :

1° Le *Cardium edule* a vécu en place, pendant l'époque quaternaire, dans les divers bassins saumâtres, Chotts, Sebkas, ou Dayas, où l'on trouve aujourd'hui ses nombreux débris à des altitudes très diverses, depuis le niveau de la mer ou au-dessous près des Chott-Mel'rhir et Chott-el-Rharsa, dans la région orientale, jusqu'à + 80 mètres près d'Ouargla vers le sud, et jusqu'à 400 mètres et au-delà dans la région occidentale des Dayas de Habessa; sa présence dans ces lieux et sa coexistence avec des coquilles d'eau douce ne prouvent pas l'existence de la mer sur ces points;

2° Les coquilles marines trouvées près du Chott Mel'rhir par M. Parisot, ou près d'Ouargla par M. Thomas, ne sont pas en place; leur présence à la surface du sol ou dans des sables en mouvement, sur les anciens chemins des caravanes ou dans le voisinage des oasis habitées, doit être attribuée au fait de l'homme, même pour quelques espèces que leur origine lointaine et probablement orientale rend plus singulier de rencontrer dans le Sahara algérien;

3° Il en est de même, sans doute, des coquilles marines trouvées par M. Desor dans les sables stratifiés de la région du Souf; elles peuvent être considérées comme des coquilles remaniées et emballées dans un dépôt diluvien d'origine continentale.

Jusqu'à présent, les faits conchyliologiques (2), cités à l'appui de l'exis-

(1) Pendant que je rédige cette note, je reçois de M. le professeur Issel, de Gênes, le renseignement suivant : M. Bellucci, membre de la mission italienne en Tunisie, lui a communiqué trois coquilles subfossiles : *Pectunculus violacescens*, *Murex trunculus*, et NASSA GIBBOSULA, recueillies par lui « près de l'embouchure de l'Oued Akarit, c'est-à-dire sur le littoral de la grande Syrte, au nord du seuil même de l'isthme de Gabès. Je n'ai pas d'autre indication. C'est dans les berges de ce même Oued Akarit, je ne sais pas à quelle distance de la mer, que M. Pomel a recueilli un silex taillé à la partie inférieure d'un dépôt limoneux à coquilles fluviatiles; je présume que ce n'est pas sur le même point qu'ont été recueillies les coquilles marines littorales de M. Bellucci. En tout cas, ce renseignement prouve que la *Nassa gibbosula* a vécu, si elle ne vit pas encore, sur le littoral tunisien le plus voisin des Chotts, quelles que soient les conséquences à en tirer; et c'est pour cela que je signale le fait.

(2) Je n'ai parlé dans cette note que des coquilles *marines*. Cependant M. Bourguignat, le savant auteur de la Malacologie terrestre et fluviatile de l'Algérie, s'est appuyé sur la présence

tence d'une mer saharienne récente, même restreinte à la région la plus déprimée du Sahara oriental, ne sont pas concluants en faveur de cette hypothèse.

Sans rien retrancher à ces conclusions, je considère cependant qu'elles doivent être confirmées par les observations ultérieures. L'impossibilité que la mer quaternaire ait jamais pu, à aucun moment, pénétrer au moins dans la dépression orientale du Sahara algérien et tunisien, n'est pas encore absolument démontrée pour tout le monde. Le relief actuel de ce Sahara est maintenant bien connu, il est vrai, et c'est un grand point qui a été acquis par les travaux récents des explorateurs et des géologues. Mais il ne faut pas oublier que la Méditerranée et surtout la partie de la Méditerranée qui avoisine les États Barbaresques, partie qui est encore aujourd'hui le siége d'une grande activité volcanique, a été le théâtre de phénomènes géologiques considérables et incontestables depuis le commencement de l'époque quaternaire. Le rapport actuel des terres et des mers dans ce bassin, où l'on trouve de très-grands fonds séparés par des hauts-fonds remarquables, a été précédé par des oscillations dont l'histoire est encore bien confuse. La Sicile et Malte n'ont été détachées des continents voisins que depuis l'époque des éléphants, puisqu'on a trouvé, même sur l'ilôt de Malte! les débris fossiles de ces animaux. Les petites îles du littoral septentrional de l'Afrique, étudiées par M. Vélain, avec leurs tufs et leurs dépôts récents à coquilles terrestres, ont été détachées de la terre ferme antérieurement à la distribution géographique actuelle des mollusques de l'Algérie. Le rocher isolé de Lampedusa a gardé des mollusques particuliers, tout comme Malte et les Baléares. Dans le golfe de Gabès, les îles de Kerkena et de Djerba ont aussi probablement fait partie de la terre ferme, d'après M. Pomel, à une époque quaternaire antérieure à la fixation actuelle du rivage tunisien et au relèvement de quinze mètres du cordon littoral coquillier que l'on observe sur toute cette côte. Sur le continent même, l'altitude insolite

au pied méridional de l'Atlas d'un certain nombre d'espèces de mollusques *terrestres*, considérées comme espèces littorales ou submaritimes (*Helix candidissima*, *H. lauta*, *H. variabilis*, *H. acuta*, etc., *Bulimus decollatus*, etc.), pour en conclure à l'existence d'une gran[illegible] mer saharienne, d'un grand océan dont il a tracé les limites sur une carte jointe à son o[illegible]e. J'avoue que je ne puis que m'associer aux objections qui ont été déjà faites par M. Pomel à cette argumentation. La présence de ces espèces ne prouve pas nécessairement le voisinage de la mer; elle prouve seulement la rencontre dans le climat, dans le sol siliceux ou salifère, dans la végétation par conséquent de la région des Chotts, de conditions biologiques favorables à la diffusion de ces espèces, qui ont pu ainsi se propager de proche en proche, soit du nord au sud, soit de l'est à l'ouest, loin du littoral leur point de départ. Puisque ces espèces vivent aujourd'hui dans cette zone loin de la mer, elles ont pu y vivre anciennement dans des conditions déjà semblables. Leur présence actuelle dans cette région prouve précisément que le voisinage de la mer ne leur est pas *indispensable* : on ne peut donc pas conclure de cette présence actuelle à l'existence *nécessaire* d'une ancienne et vaste mer dans la même région.

de certains poudingues de l'Algérie, la masse énorme des sédiments limoneux des hauts plateaux, des cuvettes des chotts, des ghours des Dayas ou des Sebkas sahariennes, etc., sont des faits encore inexpliqués. Il y a là des questions de géologie pure, d'oscillations ou de fractures du sol, sur lesquelles les géologues même qui ont étudié le pays ne sont pas d'accord et qui laissent encore beaucoup d'obscurités dans l'esprit de ceux qui lisent leurs travaux. — Tout ce que j'ai voulu dire, je le répète, à propos de quelques faits conchyliologiques qui touchent à ces grandes questions, c'est que ces faits ne me paraissent pas, jusqu'à présent, concluants en faveur de l'hypothèse de la mer saharienne, quoiqu'ils ne soient pas contradictoires avec cette hypothèse.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI.

Fig. 1a, 1b, 1c. — *Cardium edule*, variété *Byzacena*, de l'oasis de Mtoudja (?), Tunisie intérieure. Expédition italienne aux Chotts de Tunisie (Musée civique de Gênes).

Fig. 2a, 2b, 2c. — *Cardium edule*, variété solide, du Chott Mel'rhir. Expédition Roudaire et Le Chatellier — (École des Mines de Paris).

Fig. 3 et 4. — *Cardium edule*, id. minor, du Chott Mel'rhir. Expédition Roudaire et Le Chatellier (École des Mines de Paris).

Fig. 5. — *Cardium edule*, variété fragile, du Chott Mel'rhir. Expédition Roudaire et Le Chatellier — (École des Mines de Paris).

Fig. 6. — *Cardium edule*, variété fragile, de l'oasis ruinée de Sedreta, au sud d'Ouargla — (M. Thomas).

Fig. 7a, 7b et Fig. 8. — *Cardium edule*, variété fragile, des Dayas de Habessa. Expédition Marès — (École des Mines de Paris).

M. E. RIVIÈRE

GROTTE DE GRIMALDI EN ITALIE.

— *Séance du 29 août 1878.* —

COMPARAISON DE LA FAUNE DE CETTE GROTTE AVEC CELLE DES CAVERNES DES BAOUSSÉ-ROUSSÉ, DITES GROTTES DE MENTON.

La grotte de Grimaldi, sur laquelle je demande la permission d'appeler quelques instants l'attention des membres de la section de géologie, a été découverte fortuitement, à la fin du mois de novembre 1872, dans une carrière en exploitation pour les travaux du port de Menton, distant de ce point de deux à trois kilomètres.

Elle était située sur la commune de Ventimiglia, en Italie, au hameau de Grimaldi, au pied même de la vieille tour de ce nom, immédiatement au-dessus des cavernes des Baoussé-Roussé ou des Roches-Rouges improprement appelées Grottes de Menton (1), dans le même massif rocheux, mais à une altitude beaucoup plus grande que celles-ci.

En effet, tandis que la surface du plateau qui précède l'entrée des grottes de Menton est à 28 mètres au-dessus du niveau de la mer, la grotte de Grimaldi était (2) à 70 mètres environ au-dessus de la Méditerranée et à 4 mètres au-dessus de la route de la Corniche — route de Menton à Gênes — sur laquelle elle s'ouvrait par un orifice irrégulier mesurant à peine quarante centimètres de diamètre. Cette ouverture était complétement masquée par des plantes croissant dans les fissures de la roche.

La grotte de Grimaldi avait dû se prolonger autrefois vers l'Est jusqu'au bord d'un large ravin, actuellement sans eau, qui descend jusqu'à la mer par une pente des plus rapides, et dont elle n'était séparée que par la route de Gênes (3).

C'est donc à la construction de cette voie, au commencement du siècle, que l'on doit très-probablement la destruction de l'entrée de la grotte dont personne depuis lors ne se rappelait ni ne soupçonnait l'existence.

Quoi qu'il en soit, à l'époque où je fus informé par les ouvriers carriers de la trouvaille d'ossements que l'on venait de faire en cet endroit, c'est-à-dire le soir même de la découverte, la grotte de Grimaldi, légèrement éventrée par un premier coup de mine, ne présentait plus qu'un couloir étroit et tortueux, dont les parois étaient percées à droite et à gauche de quelques petites anfractuosités généralement peu profondes.

Le couloir et ses poches latérales étaient remplis d'une sorte de magma limoneux blanchâtre, dans lequel étaient empâtés de nombreux débris d'animaux, magma recouvert d'une stalagmite assez épaisse et extrêmement dure, touchant presque à la voûte de la grotte, surtout dans la partie la plus reculée.

Ce magma blanchâtre, gras et humide au moment où on le mettait à nu, se desséchait rapidement dès qu'il était exposé à l'air, et devenait comme pulvérulent, paraissant ainsi avoir été formé en grande partie par la réduction en poussière de roches calcaires broyées ou fortement érodées, poussière ou limon déposé par les eaux dans les anfractuosités

(1) Du nom de la ville dans le voisinage de laquelle elles sont situées, bien qu'elles appartiennent en réalité au territoire de la commune de Ventimiglia, depuis le traité de 1860 qui réunit le comté de Nice et la ville de Menton à la France. La frontière, qui sépare actuellement la France de l'Italie, formée en cet endroit par le ravin de Saint-Louis, passe à 350 mètres environ des grottes.

(2) Je dis « était » car elle a complétement disparu depuis 1873 par le fait de l'exploitation de la carrière.

(3) La route de la Corniche, de Nice à Ventimiglia, prolongée ensuite jusqu'à Gênes, date de l'année 1806.

de la grotte, sans que l'on y trouve cependant aucun débris anguleux de roches locales ou autres.

Aussi, et par suite de cette humidité même, les dents, les ossements, les cornes et les bois, que ce dépôt renfermait, étaient-ils des plus difficiles à extraire sans les briser ; ils étaient tous d'un blanc laiteux analogue au milieu dans lequel ils se trouvaient. Quant aux coquilles qu'il contenait, elles étaient seulement au nombre de deux, toutes deux terrestres et appartenant au genre *Helix*, comme je l'indiquerai plus loin.

J'ai trouvé aussi quelques silex roulés, gisant pêle-mêle avec les ossements, et semblables à ceux que l'on remarque soit en remontant au-delà du village de Grimaldi, du côté des Ciotti ou de Figonie, soit dans le poudingue de Roquebrune entre Monaco et Menton, soit dans celui de Ventimiglia. Je cite ici seulement les trois localités les plus rapprochées de la grotte.

Cette accumulation d'ossements dans le fond du couloir et dans ses fentes les plus éloignées de l'entrée s'explique d'autant plus facilement que ceux-ci étaient en contre-bas de l'ouverture. Elle vient de nouveau à l'appui de ce que Marcel de Serres disait en 1838 dans son livre sur les cavernes à ossements (1), « que les débris organiques entraînés par les eaux se montrent principalement dans les points les plus bas, vers les parois, c'est-à-dire dans toutes les parties qui ont pu les arrêter et les retenir; que le plus grand nombre d'ossements existe en général dans les couloirs les plus étroits et les plus profonds ainsi que dans les fissures les plus resserrées, et que c'est presque toujours là que l'on retrouve les restes des animaux les plus différents, même assez souvent les fragments les moins brisés. »

L'entrée de la grotte de Grimaldi, ou du moins la partie qui la constituait lorsque j'ai été mis à même de la voir, n'avait jamais été explorée : elle était du reste, je le répète, parfaitement inconnue, et de plus ses dimensions n'auraient jamais permis à l'homme d'y pénétrer même en rampant.

Ce n'est qu'à une certaine distance de l'ouverture que le couloir s'élargissait un peu et encore dans une très-faible étendue, car bientôt le passage se trouvait obstrué de nouveau par le remplissage de la grotte dont la stalagmite, comme je viens de le dire, se confondait presque avec les stalactites de la voûte qu'elle rejoignait.

Les ossements que j'ai recueillis dans la grotte de Grimaldi sont entiers ou brisés, rarement fendus; ils ne présentent toutefois, en aucun

(1) Marcel de Serres. *Essai sur les cavernes à ossements et sur les causes qui les y ont accumulés.* 3e édit. Paris 1838, p. 74.

cas, les caractères d'une cassure intentionnelle produite par la main de l'homme. Quelques-uns d'entre eux ont été rongés par des animaux carnassiers, tels que les hyènes, par exemple,—l'*hyæna spelæa* et l'*hyæna fusca*,— dont j'ai retrouvé non-seulement les restes osseux ou dentaires, mais encore les excréments fossiles, fèces ou coprolithes, « particularité, comme le dit encore Marcel de Serres, qui ne se reproduit que dans les cavernes où l'on découvre des hyènes, des loups ou des renards (1) ». Ces os rongés portent visiblement l'impression des dents qui les ont mordus.

Les cavités des bois de cervidés et des os fendus ou brisés, canal médullaire ou autre, sont remplies de ce même limon ou magma blanchâtre dans lequel ils étaient empâtés.

Aucune pièce osseuse n'a été usée ou arrondie par le roulement des eaux, ce qui semblerait prouver que leur transport dans la grotte ne provenait pas d'une distance bien considérable.

Des bois de cerfs, pourtant très-nombreux, aucun n'est entier, mais tous sont brisés à des hauteurs variables; les fragments les plus longs mesurent une trentaine de centimètres; les andouillers sont en majorité. Quelques bois ont aussi été mordus par de grands carnassiers, dont l'empreinte des dents est restée des plus manifestes.

Les coprolithes que j'ai ramassés à Grimaldi, comme à Menton, sont en assez grande abondance. Mais ont-ils été apportés là par les eaux avec les restes osseux, ainsi que le prétend Marcel de Serres pour toutes les cavernes à ossements, se basant sur ce fait que « les carnassiers, à l'encontre des ruminants, font rarement leurs excréments dans les lieux qu'ils ont choisis pour leurs demeures » (2), ou bien sont-ils une indication que cette grotte leur servait de repaire ?

La première hypothèse me parait ici la plus vraisemblable par cela même que, si la caverne de Grimaldi avait servi de refuge aux animaux carnassiers, dont j'ai recueilli les restes, j'aurais dû retrouver leurs squelettes entiers, ou tout au moins à peu près entiers, tandis que c'est le contraire qui a eu lieu. En effet, les débris des hyènes, des félins et des canidés, tels que le loup et le renard, par exemple, étaient beaucoup moins nombreux que ceux des ruminants et des pachydermes dont les ossements furent bien certainement apportés, enfouis et déposés en cet endroit avec le limon de la caverne.

Il me semble donc beaucoup plus probable que la grotte de Grimaldi

(1) MARCEL DE SERRES. — *Loc. cit.*

(2) Je dois cependant faire remarquer que dans les grottes de Menton les coprolithes de l'hyène n'ont été apportés là ni par les eaux, qui n'y ont jamais pénétré depuis qu'elles ont servi d'habitation aux peuplades préhistoriques, ni par aucune autre cause extra-naturelle, mais qu'ils ont été déposés par l'animal lui-même pendant les incursions qu'il faisait dans les grottes, très-probablement en l'absence de l'homme, pour dévorer les restes de la nourriture que celui-ci avait rejetés ou abandonnés à la surface du sol.

s'est trouvée remplie à une certaine époque qui varie d'après la faune entre la fin du tertiaire et le commencement du quaternaire — par les eaux qui ont déposé, dans ses parties les plus profondes et les plus étroites, soit des « ossements déjà dépouillés de leurs chairs » (1) principalement des portions de cadavres d'animaux qu'elles entraînaient et charriaient dans leur cours plus ou moins torrentueux, avec les quelques cailloux de silex roulés dont j'ai signalé plus haut la présence; et les os rongés, que j'ai retrouvés en petit nombre, l'avaient été antérieurement à leur introduction dans la grotte.

Les animaux, dont j'ai recueilli avec soin dans la grotte de Grimaldi le plus de débris qu'il m'a été possible, soit par moi-même, soit par les ouvriers de la carrière et presque constamment en ma présence, constituent une faune assez importante, bien qu'elle soit moins nombreuse que celle des grottes de Menton, faune curieuse, tant par les espèces animales que l'on est surpris de rencontrer associées dans le même milieu, comme l'*Elephas meridionalis*, l'*Hippopotamus major* et le *Gulo spelæus*, que par les différences notables qu'elle présente avec celle de Menton, faune enfin presque exclusivement composée de vertébrés, et que mon savant maître, M. le professeur Albert Gaudry, a bien voulu m'aider à déterminer.

Cette grotte, que ses dimensions n'auraient pas permis à l'homme d'habiter, et dans laquelle il n'aurait pas pu chercher un refuge même momentané, si toutefois, à l'époque où elle fut remplie par les eaux, il vivait déjà dans la contrée, ce dont jusqu'à présent nous n'avons aucune preuve certaine, cette grotte, dis-je, ne renfermait ni débris humains, ni produits de son industrie, silex taillés ou autres.

Avant de donner sous forme de tableau la nomenclature complète des espèces animales qui constituent la faune, exclusivement terrestre, de la grotte à ossements de Grimaldi, mettant en regard de chacune d'elles les espèces similaires ou différentes trouvées dans les cavernes des Baoussé-Roussé ou de Menton habitées par l'homme quaternaire, je crois devoir signaler ici tout spécialement à l'attention des membres de la section de géologie les particularités qui différencient ou rapprochent ces deux faunes l'une de l'autre.

1° Les Cheiroptères, dont j'ai recueilli à Menton quelques échantillons appartiennent au genre *Vespertilio* ou Chauve-Souris, font absolument défaut à Grimaldi, de même que les Insectivores, caractérisés à Menton par les genres *Erinaceus* ou Hérisson, et *Talpa* ou Taupe.

2° Parmi les Carnassiers, je citerai, comme manquant à Grimaldi

(1) Cl. Royer. — *Le lac de Paris à l'époque quaternaire.* (Extrait des Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris, séance du 5 août 1873. — T. X, 2° série, p. 468. Paris, 1875.)

mais trouvés aux Baoussé-Roussé, le *Meles taxus* ou Blaireau, le *Canis aureus* ou Chacal; les *Mustéliens* (1), tels que la Fouine, la Marte, la Belette et la Boccamelle; le *Putorius* ou Putois, la *Lutra antiqua* ou Loutre, le *Felis catus* ou Chat sauvage, le *Felis lynx* ou Lynx (2). Par contre j'ai rencontré dans les deux localités de Grimaldi et de Menton des Ours de tailles très-différentes, l'un comparable à l'*Ursus spelæus* ou l'Ours des cavernes, un second ours que M. le professeur Gaudry a considéré comme l'*Ursus ferox*, un troisième enfin de la taille de l'*Ursus arctos*; puis des Hyènes, l'*Hyæna fusca*, et l'*Hyæna crocura*, variété *spælea*; plusieurs félins tels que le *Felis spelæa*, ce grand Chat des cavernes, dont l'espèce se rapproche beaucoup plus du *Felis leo* ou Lion que du Tigre (3), un *Felis* de la taille du Lion actuel, ainsi que le *Felis antiquæ* ou grande panthère.

Le *Gulo spelæus* ou Glouton des cavernes s'est retrouvé également dans les cavernes de Menton et dans celle de Grimaldi. Dans les premières il est représenté par plusieurs pièces osseuses, entre autres un calcaneum et un maxillaire inférieur du côté droit; celui-ci, d'une teinte très-brune, trouvé au milieu d'un foyer, contient deux dents, — la première prémolaire et l'avant-dernière molaire, — dont l'émail d'un noir de jais indique que cette mâchoire a subi l'action du feu, et démontre par là, sans aucune contestation possible, sa contemporanéité avec l'homme des cavernes.

Le Glouton de la grotte de Grimaldi paraît un peu plus petit que celui de Menton, mais la différence est très-minime, il est exactement de la taille de celui de Gaylenreuth (Bavière). Ses restes consistent également en un maxillaire inférieur pourvu de ses trois dernières dents, en quelques ossements et deux dents canines inférieures, droite et gauche.

4° Tandis qu'à Menton les RONGEURS sont extrêmement nombreux, car c'est par milliers que j'en puis compter les ossements recueillis par moi, genres Lagomys *Lepus* et *Mus* principalement, à Grimaldi, au contraire, je n'ai trouvé que quelques ossements et deux maxillaires inférieurs d'un Léporin de la famille du *Lepus* que l'on retrouve assez fréquemment dans les brèches osseuses du bassin méditerranéen. La *Marmotte*, le *Castor* et les différents *Murins* des Baoussé-Roussé font absolument défaut dans cette grotte.

(1) Nombreux dans les grottes de Menton.

(2) Ces deux derniers nous ont laissé des restes relativement assez abondants à Menton. Le Lynx vit encore dans la contrée, quoiqu'il y soit extrêmement rare; je puis citer cependant le fait de deux lynx, l'un mâle, l'autre femelle qui ont été vus et chassés, il y a quelques années, dans les montagnes situées à quelque distance de Grasse, en remontant vers Castellane, dans les Basses-Alpes. L'un d'eux même — la femelle — fut tué, et sa dépouille figure au Musée d'histoire naturelle de Cannes (Alpes-Maritimes).

(3) EMILE RIVIÈRE. — *Découverte d'un squelette humain de l'époque paléolithique dans les cavernes des Baoussé-Roussé, en Italie, dites Grottes de Menton.* — 2e édit., Paris 1873.

5° L'Éléphant, à peu près absent à Menton, puisque je n'ai trouvé dans les foyers de la quatrième caverne ou caverne du Cavillon — *Barma dou Cavillou* (1) — qu'une lame de dent molaire indéterminable, est caractérisé à Grimaldi par des ossements, par des dents molaires entières ou brisées et par plusieurs fragments de canines ou défenses appartenant à l'*Elephas meridionalis*.

6° Le Rhinocéros est l'animal qui m'a fourni le plus de documents dans la grotte de Grimaldi, surtout en dents; ses restes sont extrêmement nombreux et s'élèvent à près de cinq cents pièces entières ou brisées. Les maxillaires, les dents et les ossements des membres — ces derniers caractérisent un animal assez grêle — le font rentrer dans le groupe des *Rhinoceros leptorhinus*. Un certain nombre de dents de lait figurent parmi ces débris.

Le Rhinocéros de Grimaldi paraît différer de celui des cavernes de Menton, ce qui est un fait important à signaler. En effet, dans ces dernières je n'ai trouvé aucune trace du *Leptorhinus*; mais bien des dents et des ossements qui semblent appartenir au *Rhinoceros tichorhinus*.

Quant au genre *Equus* il m'a fourni les restes — dents, mâchoires et ossements — de deux chevaux de tailles très-différentes, quoique adultes tous deux, l'un très-grand, l'autre de taille moyenne, supérieure cependant à celle de l'*Equus asinus* ou Ane. Les métacarpiens et les métatarsiens sont en majorité parmi ces ossements de chevaux, du reste, peu nombreux.

Le *Sus*, si j'en juge par les quelques rares débris qu'il a laissés à Grimaldi, est plus grand et plus fort dans cette grotte qu'aux Baoussé-Roussé, et se rapproche beaucoup du *Sus major*. Dans les cavernes de Menton j'avais trouvé les restes de trois espèces de cochons sauvages assez différentes : l'une de petite taille, la seconde, qui n'était autre que le *Sus scrofafossilis* ordinaire, enfin un *Sus* que M. le professeur A. Gaudry a reconnu comme faisant partie du groupe *larvatus*, et dont le maxillaire supérieur présentait la saillie qu'on remarque sur l'échantillon placé dans les galeries de géologie du Muséum d'Histoire naturelle de Paris et trouvé en 1869 au val d'Arno, en Italie, par Mme la marquise Polucci, d'où son nom de *Sus Polucci*.

Mais les restes les plus intéressants qui m'aient été fournis par la grotte de Grimaldi, restes dont je n'ai pas trouvé le moindre vestige à Menton, sont ceux d'un hippopotame qui paraît être l'analogue de l'*Hippopotamus major*. Ces restes ne se composent pas seulement de deux

(1) En patois mentonnais, ou grotte de la *petite cheville*, ainsi nommée parce que depuis un temps immémorial, on apercevait à son sommet un morceau de bois ou cheville placé transversalement dans les anfractuosités supérieures des parois latérales de la caverne.

ou trois pièces, mais bien de quelques ossements, d'un certain nombre de dents molaires entières ou brisées et de fragments de canines ou défenses parfaitement conservés, dont quelques-uns mesurent près de trente centimètres de longueur.

La présence simultanée de l'hippopotame, animal essentiellement originaire des pays chauds, et du glouton, qui ne vit au contraire que sous les climats froids, est importante; elle n'a été jusqu'à ce jour que très-rarement signalée dans le même milieu (1), c'est pourquoi j'étais désireux d'appeler tout spécialement sur ce fait l'attention de la section de géologie. Les alluvions anciennes de la Seine, qui contiennent de nombreux restes d'*Hippopotamus major*, associés à ceux de l'*Elephas antiquus* et du *Rhinoceros merkii*, n'ont jamais fourni le moindre débris de *Gulo spelœus*.

7° Les Cervidés de Grimaldi m'ont fourni un assez grand nombre de pièces; celles-ci consistent presque exclusivement en bois et en andouillers; les dents et les ossements sont rares. Les bois de cerf sont particulièrement intéressants, non-seulement par les espèces déjà connues auxquelles ils semblent appartenir, mais peut-être aussi par quelques espèces nouvelles.

Mais leur étude et leur détermination ne sont pas encore assez avancées pour que j'ose me prononcer dès maintenant avec quelque certitude; aussi me bornerai-je à citer seulement un Cerf de la taille du *Cervus Canadensis*, le *Cervus elaphus* ou Cerf commun, un autre Cerf comparable au Cerf de Corse ou *Cervus Corsicanus*, le Daim ou *Cervus Dama*, puis avec un point d'interrogation le *Cervus Falconeri*, le *Cervus Brownii*, le *Cervus megaceros* ou Cerf à bois gigantesques, etc.

Autant les ossements et les dents de cerf sont rares dans la grotte de Grimaldi, autant ils sont abondants dans les cavernes de Menton, et, je puis dire sans aucune exagération, que c'est par dizaines de mille que je les ai trouvés, non compris les bois et les andouillers, qui sont également assez nombreux, mais cependant sans aucune corrélation avec ces dents et ces os. Cette prépondérance des ruminants sur les autres espèces animales dans les cavernes des Baoussé-Roussé — car aux cervidés, il faut ajouter les caprins extrêmement nombreux aussi — prépondérance qui coïncida avec l'apparition de l'homme *dans la localité*, et qui permit à celui-ci de faire de la chair de ces animaux la base de son alimentation, ne serait-elle pas le signe d'une modification importante dans les conditions climatériques du bassin méditerranéen, modification qui aurait amené de grands changements dans la faune, soit par

(1) Je ne connais guère que la caverne de Gaylenreuth où ces deux espèces animales se trouvent associées dans les mêmes dépôts.

l'extinction de certaines espèces animales, soit par leur disparition du pays et leur émigration vers des lieux plus propices à leur conservation. Enfin les différences si considérables que nous signalons dans les deux faunes de Grimaldi et de Menton ne pourraient-elles pas s'expliquer par un intervalle de temps plus ou moins grand entre les apparitions de l'une et de l'autre, c'est-à-dire entre les époques auxquelles elles vécurent toutes deux? Et celle de Grimaldi, manifestement la plus ancienne, ne se rapprocherait-elle pas tellement de l'époque pliocène, qu'elle se confondrait pour ainsi dire avec la fin de celle-ci, à moins qu'elle n'ait apparu dès l'aurore de ce que l'on appelle la période quaternaire, tandis que la faune de Menton aurait existé au milieu même de cette dernière ?

Quoi qu'il en soit, les cervidés des cavernes de Menton appartiennent, comme l'indique le tableau dressé plus loin, à un certain nombre d'espèces, depuis le *Cervus alces* ou élan, parfaitement reconnaissable à la forme de ses bois, jusqu'au *Cervus capreolus* ou chevreuil, en passant par une série de tailles intermédiaires, dont l'animal n'a pas toujours pu être déterminé avec une certitude absolue, quel que soit le soin que j'y aie mis. Je citerai cependant le *Cervus elaphus* ou cerf commun, ainsi que deux autres cerfs, l'un de la taille du *Cervus Canadensis*, l'autre présentant, d'après M. le professeur Paul Gervais, une grande analogie avec le cerf de Corse ou *Cervus Corsicanus*. Du reste, l'on aurait souvent tort de se baser purement et simplement sur la taille de l'animal — je ne parle ici que des cervidés — pour en déterminer l'espèce, car l'on doit savoir combien, même en France, la taille du cerf varie selon la région que celui-ci habite, et, en dehors de toute condition d'âge, sans que l'on en connaisse encore aujourd'hui la véritable raison.

Quant au Renne, au *Cervus tarandus*, je n'en ai pas trouvé un seul ossement; il n'existe pas plus dans la grotte de Grimaldi que dans les cavernes de Menton, malgré la présence du Glouton, qui, comme lui, ne peut s'accommoder que d'un climat froid. Cette absence persistante du Renne confirme pleinement ce que j'ai cru pouvoir dire, il y a quelques années, dans une précédente étude (1), et, d'après les observations faites jusque-là, à savoir que cet animal n'a jamais franchi le versant méditerranéen des Alpes. C'est aussi, du reste, ce qu'affirmait en 1872 M. le professeur Paul Gervais dans une note à la Société Géologique de France (2), lorsqu'il disait « que le Renne, soit utilisé par l'homme, soit mort à l'état sauvage et représenté alors par des ossements intacts

(1) ÉMILE RIVIÈRE. — *Découverte d'un squelette humain de l'époque paléolithique dans les cavernes des Baoussé-Roussé, en Italie, dites Grottes de Menton.* — Paris, 2e édit., 1873.

(2) PAUL GERVAIS. — *Coup d'œil sur les Mammifères fossiles de l'Italie.* (Bulletin de la Société Géologique de France, 2e serie, t. XXIX; Paris, 1872.)

et non transformés en instruments, n'avait pas encore été signalé avec quelque certitude parmi les fossiles préhistoriques observés en Italie. »

Parmi les RUMINANTS, je citerai encore, pour Menton et Grimaldi, l'*Antilope rupicapra* ou Chamois.

La Chèvre, tellement abondante dans les grottes de Menton que ses restes se comptent, comme ceux des Cervidés, par milliers, est un animal de très-grande taille, auquel M. Paul Gervais a donné le nom de *Capra primigenia* (1), la considérant comme l'origine des Chèvres actuelles; cette Chèvre se retrouve aussi à Grimaldi, mais elle y est représentée par un petit nombre de pièces : ce sont surtout des dents et des phalanges unguéales; elles caractérisent un animal plus grand encore peut-être que celui de Menton, et dont la taille pourrait être comparée à celle de l'*Argai* ou Mouflon de Mongolie.

Enfin le genre *Bos* m'a donné, à Grimaldi, très-peu d'ossements et de dents; ces dernières, à fût peu élevé, indiquent un animal de taille moyenne analogue à l'un des bœufs que j'ai trouvés à Menton. Dans cette localité, en effet, j'ai rencontré un certain nombre d'ossements et de dents appartenant au *Bos primigenius* ou Bœuf primitif, et à deux autres bœufs, l'un assez petit, quoique adulte; l'autre intermédiaire comme taille entre celui-ci et le *Bos primigenius*.

Tels sont les différents ruminants dont j'ai découvert les restes soit dans la grotte de Grimaldi, soit dans les cavernes de Menton.

8° Les CÉTACÉS, dont les débris, extrêmement rares, ont été trouvés à Menton, soit par M. Forel, de Morges [Suisse] (2), soit par moi, font absolument défaut à Grimaldi.

9° Il en est absolument de même pour les REPTILES, nuls à Grimaldi, tandis qu'à Menton ils m'ont donné une centaine d'ossements de BATRACIENS ANOURES, du genre *Rana*.

10° Quant aux OISEAUX, caractérisés à Menton, comme les RONGEURS, par plus de vingt mille pièces, becs et ossements divers, ils ne m'ont donné à Grimaldi qu'un humérus de GALLINACÉ, brisé à l'une de ses extrémités, provenant d'un oiseau de la taille du *Faisan*.

Les oiseaux trouvés à Menton appartenaient aux groupes des RAPACES, des PASSEREAUX et surtout des GALLINACÉS, genre *Tetra*, et des PALMIPÈDES, genre *Ana*; ceux-ci, de même que les *Tetras*, étaient de plusieurs tailles, très-différentes.

11° Je n'ai pas trouvé à Grimaldi la moindre trace d'un poisson quelconque, soit d'eau douce, soit d'eau salée, et à Menton les quelques poissons que

(1) PAUL GERVAIS. — *Zoologie et Paléontologie générales. Nouvelles recherches sur les animaux vertébrés vivants et fossiles.* — Paris, 1867 1869.

(2) F. FOREL. — *Notice sur les instruments en silex et les ossements trouvés en 1858 dans les grottes de Menton.* — Menton, 1860.

j'ai rencontrés m'ont laissé très-peu de restes ; ils appartiennent principalement au *Thon*, au *Saumon*, et peut-être aussi à la *Truite*. Ces restes sont constitués surtout par des vertèbres, et la plupart de celles qui proviennent du *Saumon* ont été perforées au centre intentionnellement par l'homme des cavernes, pour s'en faire des parures, colliers ou bracelets.

Je dois ajouter que j'ai trouvé aussi dans les foyers de la septième grotte de Menton (1) une dent de *Strophodus*, sorte de squale du genre des Chondroptérygiens, famille des Cestraciontes, empâtée dans un petit fragment de roche. Cette dent, déterminée par M. le Dr E. Sauvage, aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle de Paris, est d'un rouge foncé, tranchant nettement sur la teinte grise de la roche ; malheureusement elle n'est pas assez bien conservée pour que l'on puisse savoir si elle appartient ou non à une espèce nouvelle des terrains jurassiques.

12° Si je passe maintenant aux invertébrés de Grimaldi, je n'aurai que très-peu de choses à en dire, si ce n'est qu'ils sont représentés seulement par deux coquilles terrestres, dont le test est légèrement encroûté par le dépôt stalagmitique de la grotte, et qui appartiennent toutes deux à la même espèce, à *l'Helix Niciensis*.

Sous ce rapport, la grotte de Grimaldi forme le constraste le plus frappant avec les cavernes des Baoussé-Roussé, où la faune des mollusques est l'une des plus riches que l'on ait jamais signalées dans les grottes habitées par l'homme, puisque, jusqu'à présent, j'y ai recueilli plus de quarante mille coquilles marines et terrestres, — marines surtout, — qui constituent un très-grand nombre d'espèces.

Mais à Menton la présence d'une telle quantité de coquilles marines s'explique naturellement par le voisinage de la mer, où l'homme pouvait les pêcher avec la plus grande facilité, soit pour son alimentation, soit pour en former des parures ou s'en servir comme monnaies d'échange. Par contre, leur absence à Grimaldi se comprend également bien par le fait même de l'étroitesse du couloir de la grotte telle que l'homme n'a jamais pu y pénétrer, et par suite y apporter aucun objet.

Les coquilles marines des grottes de Menton provenaient surtout de la Méditerranée, quelques-unes étaient originaires de l'Océan ou des côtes de la Manche et avaient dû parvenir aux Baoussé-Roussé, soit par voie d'échanges entre peuplades, soit par suite de migrations ou de voyages ; d'autres enfin, fossiles, avaient été ramassées par l'homme des cavernes soit dans les terrains pliocènes des environs, tels que Castel-d'Appio, près de Ventimiglia, la Mantega de Nice, ou Biot, entre Cannes et Antibes, soit dans le nummulitique de la Murtola, localité la plus rapprochée des grottes.

Enfin j'ai trouvé dans ces mêmes foyers des peuplades de Menton une

(1) Ces grottes sont au nombre de neuf.

ammonite, l'*Ammonites Lyelli* du Gault, non perforée par l'homme, et dont « les caractères de la roche, dans laquelle elle est empâtée, donnent à penser qu'elle a été recueillie dans les couches fossilifères de la Perte-du-Rhône (1). »

Mais je n'insisterai pas davantage sur cette faune coquillière dont M. le docteur Fischer, aide-naturaliste au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, a, dans un remarquable travail (2), entretenu la Société Géologique de France il y a deux ans environ.

Ici finit ce que j'avais à dire sur les faunes comparées de la grotte de Grimaldi et des cavernes des Baoussé-Roussé ou grottes de Menton, faunes dont les caractères principaux me paraissent différencier nettement, au point de vue paléontologique, l'âge de ces dépôts. Les premiers, ceux de Grimaldi, formés par les eaux, appartiennent, soit au commencement de la période quaternaire, soit à la fin de l'époque pliocène, c'est-à-dire immédiatement après les marnes subapennines si nombreuses dans le nord de l'Italie, nombreuses aussi et extrêmement riches en fossiles dans le midi de la France, marnes parmi lesquelles je citerai la localité classique de Biot et celle de Castel-d'Appio, à quelques kilomètres de la frontière de France (3), que j'ai particulièrement étudiée. Les dépôts des grottes de Menton, au contraire, entièrement formés par les hommes dont j'ai retrouvé les restes, — squelettes entiers ou ossements épars, — et les produits de l'industrie — silex, grès et os taillés — appartiennent à cette période de l'époque quaternaire, où le *Rhinoceros tichorhinus*, l'*Ursus spelæus*, etc., en un mot les grandes espèces animales, tendent à disparaître. Ainsi du moins pensai-je pouvoir expliquer le petit nombre des pièces osseuses et dentaires de ces animaux que j'ai retrouvées dans les grottes de Menton.

TABLEAU COMPARATIF DES ESPÈCES TROUVÉES DANS LES GROTTES DE MENTON ET DE GRIMALDI EN ITALIE

CLASSES	MENTON		GRIMALDI
	A. Mammifères		
Cheiroptères	Vespertilio	pipistrellus	—
	»	....	—
Insectivores	Erinaceus	fossilis	—
	Talpa	europœa	—

(1) P. FISCHER. — *Sur les coquilles récentes et fossiles trouvées dans les cavernes du midi de la France et de la Ligurie.* (Extrait du Bulletin de la Société géologique de France, 3e série, T. IV, p. 329, séance du 20 mars 1876.)

(2) ID. — Loc. cit.

(3) E. RIVIÈRE. — *Paléontologie des Alpes-Maritimes.* (Extrait des Archives des Missions scientifiques et littéraires publiées par le Ministère de l'Instruction publique. — 3e série. T. Ier, Paris, 1873.)

CLASSES	MENTON		GRIMALDI	
Carnassiers	Ursus	spelœus	Ursus	spelœus
	»	ferox	»	ferox
	»	arctos	»	arctos
	Meles	taxus		—
	Canis	lupus	Canis	lupus
	»	vulpes	»	vulpes
	»	aureus		—
	»	de différentes tailles	»	de différ. tailles (1)
	Gulo	spelœus	Gulo	spelœus
	Mustela	foina		—
	»	marta		—
	»	boccamela		—
	»	vulgaris		—
	Putorius			—
	Lutra	antiqua		—
	Hyœna	spelœa	Hyœna	spelœa
	»	fusca	»	fusca
	Felis	spelœa	Felis	spelœa
	»	plus petit que le spelœa	»	leo
		antiqua	»	antiqua
	»	catus		—
	»	lynx		—
		—	Phoca	monachus?
Rongeurs	Arctomys	primigenia		—
	»	........(plus petit)		—
	Mus	....		—
	»	arvalis		—
	»	muscardinus		—
	Arvicola	terrestris		—
	»	arvalis		—
	Castor	spelœus		—
	Lagomys	....		—
	Lepus	cuniculus	Lepus	cuniculus
	»	timidus		—
Proboscidiens	Elephas	....	Elephas	meridionalis
Pachydermes	Rhinoceros	tichorhinus	Rhinoceros	leptorhinus
	Equus	caballus	Equus	caballus
	»	........(plus petit)	»	plus petit

(1) Je dois citer parmi ces animaux un Chien plus petit que le Loup, plus grand que le Chacal, pour lequel je n'ai pu trouver de ressemblance qu'avec le Chien des Esquimaux, qui, cependant, est un peu plus petit, ou mieux avec le *Canis primœvus*, le Chien sauvage de l'Hymalaya ou Buansu des Népaulais, dont la tête, rapportée en 1841 de son voyage dans l'Inde par M. Adolphe Delessert, figure dans la galerie d'anatomie comparée du Muséum d'histoire naturelle de Paris, à côté d'une autre tête du même animal, donnée à cet établissement en 1836 par Hodgson.

CLASSES	MENTON		GRIMALDI	
	Equus	asinus?		—
		—	Hippopotamus major	
	Sus	scrofa fossilis	Sus	scrofa fossilis
	»	........(plus petit)	»	major
	»	paulucсii		—
Ruminants	Cervus	alces	Cervus	megaceros ?
	»	canadensis	»	canadensis
		—	»	falconeri ?
	»	elaphus	»	elaphus
	»	capreolus	»	—
	»	corsicanus	»	corsicanus
		—	»	brownii ?
	»	dama		dama
	Antilope	rupicapra	Antilope	rupicapra
	Capra	primigenia	Capra	primigenia
	Bos	primigenius	Bos plus petit que le primigenius	
	»	........(plus petit)		—
	»	........(plus petit)		—
Cétacés	Delphinus			—
	Balœna			—
	B. Oiseaux			
Rapaces	Vultur			—
	Falco			
	Aquia			—
	Milvus			—
	Gypaetus			—
	Strix			—
	Astur			—
Passereaux	Turdus			—
	Fringilla			—
	Corvus	....		—
	»	p.ca		—
	Pyrrhocorax			—
Gallinacés	Columba			—
	Tetras (trois tailles différentes)		Tetras	....
	Perdix			—
Palmipèdes	Cycnus			—
	Anas (plusieurs tailles)			—
	C. Reptiles			
Batraciens	Rana	....		—

CLASSES	MENTON		GRIMALDI	
	D. Poissons			
Cycloides	Thynnus...........		—	
	Salmo de deux tailles		—	
Plagiostomes	Strophodus.........		—	
	E. Mollusques			
	1° *Marins*			
	La nomenclature à peu près complète en a été donnée par M. le Dr Fischer dans le *Bulletin de la Société Géologique*. Année 1876.		Ils font absolument défaut ici.	
	2° *Terrestres.*			
Gastéropodes	Helix	niciensis	Helix	niciensis
	»	aspersa		—
	»	cespitum		—
	»	conspurcata		—
	»	mazzulii		—
	»	vermiculata		—
	»	candidissima		—
	»	nemoralis		—
	»	rufescens		—
	»	elegans		—
	Leucochroa	candidissima		—
	Zonites	Leopoldianus		—
	»	spelœus		—
	Cyclostoma	sulcatum		—
	»	elegans		—
	Pupa	similis		—
	»	cinerea		—
	Rumina	decollata		—
	Buliminus	quadridens		—
	Bulimus	decollatus		—

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE VII.

Les figures sont de grandeur naturelle.

Fig. 1. — *Ursus* plus grand que l'*Ursus ferox*, un peu plus petit que le *spelæus*. — Maxillaire inférieur gauche brisé, contenant la dent canine brisée également, vu par sa face externe.

Fig. 2. — *Ursus* de même taille que le précédent. — Dent canine supérieure droite.

Fig. 3. — *Ursus spelæus.* — Dernière molaire supérieure droite.

Fig. 4. — *Gulo spelæus.* — Maxillaire inférieur gauche pourvu des trois dernières molaires; il est exactement de la taille du *Glouton* de la caverne de Gaylenreuth (Bavière).

Fig. 5. — *Hyæna spelæa* de grande taille. — Canine supérieure droite un peu usée.

Fig. 6. — *Hyæna.* — Coprolithe.

Fig. 7. — *Hyæna fusca.* — Canine inférieure gauche indiquant un animal adulte beaucoup plus petit que l'Hyène des cavernes. Cette dent, en parfait état de conservation, n'est nullement usée.

Fig. 8. — *Hyæna crocuta*, var. *spelæa.* — Dernière molaire ou carnassière inférieure droite, vue sur la face interne, plus grande que chez l'*Hyæna fusca*, un peu plus petite que chez l'Hyène des cavernes.

Fig. 9. — *Felis pardus* de grande taille, probablement le *Felis antiqua.* — Maxillaire inférieur droit contenant la dernière et l'avant-dernière molaire.

Fig. 10. — *Felis pardus* de même taille que le précédent (*Felis antiqua*). — Dent canine supérieure gauche présentant sur sa face externe les deux sillons qui la distinguent de la canine inférieure.

Fig. 11. — *Felis spelæa.* — Portion de maxillaire supérieur gauche contenant la dernière molaire ou carnassière, et vue par la face interne dont les dimensions indiquent un animal plus grand que le Lion actuel.

Fig. 12. — *Felis leo.* — Portion de mâchoire supérieure gauche avec sa carnassière très-usée, appartenant à un lion de taille plutôt au-dessous de la moyenne, quoiqu'il soit plus grand que la panthère. La pièce est également vue par la face interne.

Fig. 13. — *Felis leo.* — Lion de la taille du précédent, canine inférieure d'un animal jeune bien qu'adulte.

Fig. 14. — *Phoca monachus.* — Dent prémolaire inférieure gauche usée, présentant tous les caractères que l'on retrouve chez le phoque moine, elle est seulement un peu plus forte.

Fig. 15. — *Lepus cuniculus.* — Maxillaire inférieur droit, pourvu de toutes ses dents molaires, de la taille d'un très-petit lapin, vu par la face externe.

Fig. 16. — *Lepus cuniculus.* — Métacarpien d'un individu de même taille que le précédent.

PLANCHE VIII.

Les figures sont de grandeur naturelle, excepté le n° 8 qui est aux 3/4 de la grandeur naturelle et la figure 1 qui est aux 4/5.

Fig. 1. — *Hippopotamus.* — Portion de défense ou dent canine inférieure droite vue par la face interne; elle indique un animal de la taille de celui dont la dent analogue, trouvée par M. Martin dans le *drift* de Grenelle (Paris), appartient aux collections du cabinet de M. le professeur A. Gaudry.

Fig. 2. — *Hippopotamus major.* — Seconde arrière-molaire supérieure droite présentant une grande analogie avec les dents de l'hippopotame du Val d'Arno.

Fig. 3 — *Elephas meridionalis.* — Dent molaire inférieure incomplète, dont la séparation des lames caractérise l'animal auquel elle appartient.

Fig. 4. — *Rhinoceros leptorhinus.* — Avant-dernière molaire supérieure droite comparable comme taille au *Rhinoceros leptorhinus* de Montpellier, qui figure dans les collections du Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

Fig. 5. — *Sus major.* — Dernière molaire supérieure du côté droit, brisée en avant, elle est un peu plus petite que son analogue chez le *Sus* du Mont-Leberon, et peut être comparée au *Sus* du Val d'Arno.

Fig. 6. — *Capra primigenia.* — Dernière molaire inférieure gauche appartenant à une chèvre de grande taille, identique à celle des grottes de Menton, qui est considérée par M. le professeur Gervais comme l'origine des chèvres actuelles. Elle est vue par la face interne.

Fig. 7. — *Capra primigenia.* — Avant-dernière molaire supérieure droite indiquant un animal de la taille du précédent; elle est vue par sa face interne.

Fig. 8. — *Cervus Falconeri?* — Bois de cerf dont les dimensions et la disposition des andouillers semblent rapprocher cet individu du Cervus Falconeri; la lettre *a* montre la place d'un andouiller rudimentaire brisé à son insertion sur son bois principal.

Fig. 9. — Humérus d'oiseau, brisé un peu au-dessous de la tête, provenant d'un Gallinacé de la taille du Faisan.

Fig. 10 et 10 *a*. — *Helix niciensis*, dont le test est encroûté de principes calcaires.

M. BLANDET

INFLUENCE DES VARIATIONS DES ÉLÉMENTS DE L'ORBITE TERRESTRE SUR LES PÉRIODES GÉOLOGIQUES.

— Séance du 29 août 1878. —

M. le Dr MOURGUE

CONCEPTION IDÉALE DE LA CONSTITUTION GÉOLOGIQUE DU GLOBE AU POINT DE VUE DES ATTERRISSEMENTS.

— Séance du 29 août 1878. —

Mme Clémence ROYER

LE DÉPLACEMENT PÉRIODIQUE DES POLES.

— Séance du 29 août 1878. —

M. l'Abbé ROUCHY
De Ségur-les-Villas (Cantal).

DE LA FORMATION DE QUELQUES BOMBES VOLCANIQUES.

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. Aug. JACCARD
Professeur à l'Académie de Neuchâtel (Suisse).

NOTE SUR LA CARTE GÉOLOGIQUE DU JURA (PARTIE CENTRALE ET SEPTENTRIONALE) EXPOSÉE DANS LA SECTION SUISSE, AU CHAMP DE MARS.

— *Séance du 29 août 1878.* —

L'une des circonstances qui, jusqu'à ce jour, ont le plus retardé la connaissance de la géologie du Jura dans son ensemble, est due à ce que cette chaîne de montagnes est divisée politiquement entre deux nations, dont la cartographie a été dressée à une échelle et sur des bases différentes. Pour le Jura français, d'ailleurs, la carte de l'état-major se subdivise en un très-grand nombre de feuilles dont l'assemblage est à peu près impossible et qui n'ont jusqu'ici, à notre connaissance du moins, pas été réduites à une échelle susceptible d'être coloriée géologiquement. Les études géologiques sont d'ailleurs à un degré d'avancement très-inégal, comme nous le verrons ci-après. Nous ne parlons pas, bien entendu, de la grande carte géologique de la France de MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont, dans laquelle le Jura n'apparaît qu'en traits tout à fait généraux, et qui ne rappellent en rien son orographie, si intéressante à tant d'égards.

Pour la Suisse, nous sommes plus avancés, quoiqu'il reste encore beaucoup à faire pour établir cette unité d'action qu'il serait désirable de réaliser. Nous possédons en effet les différentes feuilles à l'échelle du 1/100,000 de l'Atlas fédéral, dont la topographie ne laisse rien à désirer, comme exactitude et comme clarté ; de plus, elles reproduisent suffisamment la topographie des régions frontières, de sorte qu'il est possible de les utiliser pour le coloriage géologique. Mais ici encore l'assemblage présente des difficultés sérieuses, et des parties importantes de la Forêt-Noire, de l'Alsace, des Vosges, dont nous n'avons que faire, ren-

trent forcément dans notre cadre, tandis que le Jura salinois et bugésien fait défaut.

On peut donc prévoir qu'il s'écoulera encore bien des années avant que les géologues disposent d'une carte spéciale du Jura, dans laquelle ils puissent inscrire les données essentielles de son histoire géologique. Cependant il m'a semblé utile, en attendant ce travail complet, de réunir dans une sorte de cadre provisoire les connaissances acquises sur une partie importante de cette chaîne, c'est-à-dire la région comprise entre Salins, Besançon, Belfort, Bâle, Aarau, Soleure, Neuchâtel et Yverdon.

Je disposais, à cet effet, de la réduction en quatre feuilles à l'échelle du 1/250,000 de l'Atlas fédéral, qui se prête d'ailleurs admirablement à un travail de ce genre. Mes propres observations sur la partie centrale, celles de mes collègues et collaborateurs à la carte géologique de la Suisse, MM. Greppin, Gilliéron, Muller, Heim, etc., les cartes de MM. Kœchlin-Schlumberger et Delbos, Parisot, Boyer et Résal, frère Ogérien, réduites à l'échelle et uniformisées dans les teintes admises, m'ont permis de donner un tableau provisoire suffisamment détaillé de la répartition des différentes assises, tant de la formation jurassique que des séries plus récentes, crétacées et tertiaires.

Je n'ai pas l'intention d'aborder ici l'histoire géologique du Jura. Celle-ci a été tracée de main de maître par M. Alexandre Vézian (1), dans un travail qui n'est pas encore achevé, mais auquel la publication de ma carte (encore à l'état de minute manuscrite), pourrait, ce me semble, donner un complément naturel.

Je tiens seulement à faire ressortir le caractère à la fois géologique et orographique de mon travail. Or, cet effet ne pouvait être obtenu que par l'adoption d'un nombre restreint de divisions géologiques, et par conséquent des teintes destinées à les représenter. Or, comme on le verra, le terrain jurassique supérieur, formation essentiellement calcaire, atteignant parfois 500 mètres d'épaisseur (Jura Vaudois et Neuchâtelois), joue un rôle prépondérant. Vient ensuite le terrain jurassique inférieur, largement découvert aux environs de Salins, Besançon, Baume-les-Dames, mais ne formant plus que des zônes de peu d'étendue dans les chaînons du Jura Bernois, Soleurois et Argovien.

En présence de ces deux divisions importantes, le jurassique moyen est en quelque sorte effacé, ses affleurements à la surface étant limités, partout aux dépressions ou *combes* qui, dans les régions soulevées, séparent l'abrupt ou *crêt* du jurassique supérieur de la *voûte* du jurassique inférieur.

(1) *Études géologiques sur le Jura, considéré dans la partie Nord-Occidentale.* Paris, Savy. 1874-1876.

Le rôle orographique du Lias est encore plus atténué ; il est même nul dans toute la partie centrale de la chaine. Ce n'est qu'aux environs de Salins, Besançon, et parallèlement à la ligne de faille de l'Ognon et du Doubs, que ce terrain s'étale quelque peu, pour venir disparaître à Belfort, au pied des premières collines vosgiennes. En revanche, après son apparition répétée dans les nombreuses et pittoresques *cluses* du Jura bernois et soleurois, il joue un rôle orographique semblable à celui que nous venons d'indiquer pour l'Oxfordien, dans les chaînes du Jura balois et argovien. Dans cette région aussi, apparaissent largement les couches plus anciennes du keuper, du muschelkalk et même du grès-bigarré, dont il faut étudier la disposition orographique et stratigraphique dans les cartes et les profils de notre confrère M. C. Möesch, de Zurich.

En regard de ce développement des strates jurassiques, le rôle du Néocomien est singulièrement effacé. Cependant il est intéressant de suivre ses lambeaux, épars et limités vers le Nord, aux environs de Bienne et de Russey, devenant plus nombreux et plus étendus vers le Sud, à Morteau-Pontarlier, disparaissant à l'Ouest, non loin de la source de la Loue ; si notre carte s'étendait plus au Sud, nous les reverrions former de véritables montagnes en Savoie, aussi bien que dans le département de l'Ain. Les trois lambeaux des environs de Besançon (Montcley, Auxon, Devecey), sont encore des témoins d'anciennes relations de la mer crétacée à l'occident du Jura.

Enfin les terrains tertiaires, représentés par des couches de grès, ou molasse, des sables verts, des marnes et argiles de diverses couleurs, des calcaires lacustres, occupent le fond de plusieurs vallées, ou forment une bordure accidentée par l'érosion ou recouverte par les dépôts diluviens dans toute la région, au bord oriental aussi bien qu'au nord, entre Bâle et Belfort-Montbéliard. Si l'on peut admettre la communication entre le golfe Alsatique et Méditerranée du plateau Suisse, il n'en peut être de même en ce qui concerne la région occidentale du Jura, où seuls, les dépôts de la Bresse ont été signalés jusqu'ici.

Je n'étendrai pas plus loin mes considérations sur la carte géologique du Jura, ne sachant d'ailleurs quel sort lui est réservé, c'est-à-dire si elle aura l'avantage d'être publiée. Mais je voudrais insister encore sur un point qui nulle part ne peut être mieux traité qu'au sein de l'Association française pour l'avancement des sciences. C'est celui d'une entente entre les géologues de nations frontières, afin d'arriver à un résultat pratique dans l'étude géologique du sol. Le géologue ne connait pas de frontières politiques, c'est vrai, mais néanmoins son activité est souvent limitée, contrariée, soit par les nécessités budgétaires, soit, comme nous l'avons dit, par le défaut de cartes topographiques. Le jour où nous disposerions d'une carte topographique, faisant suite à l'ouest et au sud, à celle

dont je viens de dire quelques mots, il deviendrait possible d'embrasser d'un seul coup d'œil l'histoire géologique de ce Jura, qui a donné son nom à l'une des divisions les plus importantes dans la nomenclature géologique, de ce Jura qui mériterait d'être mieux connu qu'il ne l'est, et dans l'étude duquel les générations futures trouveront encore une ample moisson de découvertes intéressantes, tant au point de vue scientifique qu'à celui de l'application pratique.

M. SIRODOT

Doyen de la Faculté des sciences de Rennes.

DISTRIBUTION DES FORAMINIFÈRES DANS LES SÉDIMENTS DE LA BAIE DU MONT SAINT-MICHEL.

— Séance du 29 août 1878. —

M. l'Abbé RICHARD

SUR LE RÉGIME DES SOURCES ET LA DIMINUTION DE L'EAU A LA SURFACE DE CERTAINS CONTINENTS.

— Séance du 29 août 1878. —

Présentations de Travaux imprimés

ENVOYÉS AU CONGRÈS

POUR ÊTRE COMMUNIQUÉS A LA SECTION.

M. CAPELLINI. — *Pietra Leccese* et un ouvrage sur les découvertes faites par lui dans les couches à congéries des montagnes de Libourne.

M. MOUCHKITOFF. — Richesses minérales du Turkestan Russe.

M. MATHERON (4 premières livraisons). — Des recherches paléontologiques dans le Midi de la France.

M. DE TROMELIN et LEBESCONTE. — Supplément au Catalogue des fossiles siluriens de l'Anjou et de la Bretagne.

9e Section

BOTANIQUE

PRÉSIDENT. . . . . M. H. BAILLON, Professeur à la Faculté de médecine de Paris.
SECRÉTAIRE. . . . . M. DE LANESSAN, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

M. MERGET

Professeur à Lyon.

SUR LE ROLE DES STOMATES DANS LES PHÉNOMÈNES D'INHALATION ET D'EXHALATION.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 23 août 1878.* —

Pour démontrer que l'exhalation aqueuse se fait par des stomates et non par toute la surface cuticulaire des feuilles, comme l'a prétendu M. Barthélemy, M. Merget emploie des papiers hygrométriques très-sensibles, avec lesquels il met en contact les deux faces des feuilles encore attachées à la plante. Il constate ainsi que la face dépourvue de stomates n'agit pas sur le papier, qui reste blanc, tandis que celle qui en est pouvue le colore très-rapidement, sauf au niveau des nervures. Avec les feuilles de Monocotylédones, dont les stomates sont disposés par séries longitudinales, M. Merget obtient des images dans lesquelles les lignes plus foncées répondent aux rangées de stomates. Avec des feuilles panachées, les parties vertes colorent fortement le papier, tandis que les parties blanches n'agissent que peu ou pas du tout. Lorsque les feuilles ont des stomates sur les deux faces, elles colorent le papier des deux côtés. Quand il y a plus de stomates sur une face que sur l'autre, c'est la face la plus riche en stomates qui colore le papier avec le plus d'intensité.

Quand on enduit la feuille d'un mélange de cire vierge et d'axonge, de façon à fermer les stomates, elle tombe et pourrit rapidement. Si l'on n'enduit que la face dépourvue de stomates, la feuille continue à vivre.

M. DUTAILLY

SUR LES PRODUCTIONS INTRAMÉDULLAIRES DANS LES PLANTAGINÉES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. Dutailly fait remarquer que, dans le groupe si naturel des Plantains, la moelle peut offrir une structure très-variable.

Dans un premier groupe d'espèces (*Plantago Cironopus, arenaria, Cynops, subulata*), elle n'offre rien de remarquable.

Dans un second (*Plantago major, media, sibirica*), elle offre une grande quantité de canaux sécréteurs et bien développés et anastomosés.

Dans un troisième (*Plantago lagopus*), il n'y a pas de canaux sécréteurs, mais un grand nombre de cellules scléreuses éparses.

Dans un quatrième groupe (*Plantago lanceolata, fucescens*), ces cellules scléreuses sont disposées en amas sphériques et entourées de cellules spéciales disposées en cercles concentriques réguliers, les cellules des cercles les plus internes se sclérifiant graduellement, pendant que celles des cercles les plus externes se multiplient par segmentation.

M. Dutailly montre combien ces faits sont contraires à la prétention de certaines gens de séparer les *Pyrus* des *Malus*, à cause des groupes scléreux des premiers.

DISCUSSION.

M. Mussat insiste sur la distinction qui existe entre deux groupes de cellules scléreuses, les unes ayant une origine spéciale, comme celles dont vient de parler M. Dutailly, les autres étant de simples modifications de cellules normales.

M. de Lanessan rapproche la formation des cellules scléreuses dont vient de parler M. Dutailly des productions phellogéniques profondes et par cercles concentriques, qu'il a signalées dans un certain nombre de plantes.

M. l'Abbé ROUCHY

Vicaire à Ségur-les-Villas.

SUR LA VARIABILITÉ DES ESPÈCES SOUS L'INFLUENCE DE LA CULTURE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 23 août 1878.* —

Après avoir rappelé les diverses transformations que subissent les plantes sous l'influence de la culture, l'auteur conclut, de ses observations personnelles sur ces plantes, que quand elles cessent d'être cultivées, elles reprennent exactement leurs formes primitives. « La couleur que les pétales doivent à la culture est le seul caractère indélébile ». Il attribue ce phénomène « à l'introduction dans la plante d'une matière particulière qui s'infiltrant dans les cellules, arrive à la fleur, qu'elle colore, et au fruit où elle devient un véritable levain destiné à reproduire la même couleur. »

M. H. BAILLON

Professeur à la Faculté de médecine de Paris.

SUR LES CARACTÈRES DU GENRE NEGRIA.

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. Ferdinand v. Mueller, directeur de l'herbier de Melbourne, a désiré que le genre *Negria* fût illustré en France et publié dans quelque recueil très-répandu. C'est un type qu'il a nommé en 1871, dans ses *Fragmenta Phytographiæ Australiæ* (vol. VII, p. 151). Comme il l'a dédié à M. le commandeur Negri, de Florence, fondateur de la Société royale de Géographie italienne, l'une des personnes qui suivent avec le plus de sympathie les congrès de notre Association, j'ai pensé que la place de ce remarquable genre était avant tout dans le *Compte rendu* de celle-ci. C'est pourquoi je me propose d'étudier ici les caractères du *Negria rhabdothamnoides*, magnifique arbuste de l'île de Lord Howe, sur la côte australienne, qu'on devrait à tout prix, dit M. F. v. Mueller, cultiver dans nos serres d'Europe. C'est une plante que l'on a rapportée (B. H., *Gen.*, II, 1011, n. 33) à la tribu des Cyrtandrées, de la famille des Gesnéracées, et qui est déjà exceptionnelle dans ce groupe par son port, ses dimensions et la consistance de ses tiges.

Les fleurs sont disposées à l'aisselle des feuilles, en cymes bipares, triflores ou un peu plus riches, pédonculées. Les pédicelles des fleurs de deuxième génération naissent à l'aisselle de bractées ordinairement opposées. Elles ont un réceptacle obconique déprimé, à surface supérieure presque plane. Ses bords portent le calice gamosépale, bientôt divisé en cinq lobes subulés qui ne se touchent même pas par les bords. Il persiste autour de la base du fruit. La corolle est gamopétale, irrégulière, à tube large, droit ou légèrement courbé, et à limbe dont les cinq lobes un peu inégaux forment deux lèvres : l'une supérieure, à deux lobes qui, dans la préfloraison, recouvrent les bords de la lèvre inférieure. Celle-ci compte trois lobes, dont un médian, antérieur, est recouvert dans le bouton par les deux lobes latéraux. Tous se réfléchissent plus ou moins hors de l'anthèse; leur extrémité est obtuse ou légèrement bilobée. L'androcée est formé de cinq étamines, insérées sur le tube de la corolle à des hauteurs différentes. L'une d'elles, la postérieure, est stérile, peu développée; elle peut être réduite à un filet; plus souvent il porte une petite anthère dorsifixe, lancéolée, dépourvue de pollen, alors même que ses loges et leur sillon de déhiscence sont plus ou moins nettement indiqués. Les quatre autres étamines sont fertiles et didynames; ce sont les deux antérieures qui sont un peu plus courtes que les deux autres. Chacune est formée d'un filet subulé et d'une anthère exserte, courtement ovale, dorsifixe, introrse, déhiscente par deux fentes longitudinales. La région dorsale du connectif présente un épaississement ellipsoïde sur la face interne duquel semblent s'appliquer les deux loges de l'anthère, étalées après la déhiscence, et surmontées d'un court apicule, qui peut même disparaître totalement. Le gynécée est totalement libre. Son ovaire a la base entourée d'un disque hypogyne glanduleux, fort peu accentué. Son sommet conique est surmonté d'un style cylindrique, un peu arqué ou sinueux, et dont le sommet exsert est partagé en deux très-courts lobes stigmatiques. En réalité, le style est tubuleux ; sa cavité cylindrique est parcourue dans toute sa longueur par deux petites saillies longitudinales qui représentent des prolongements des placentas et sont, comme eux, pariétales. Au sommet du style, cette cavité intérieure s'ouvre par une petite bouche transversale dont les deux courts lobes constituent les lèvres supérieure et inférieure, un peu inégales. L'ovaire est en réalité uniloculaire, les deux placentas dont la section transversale a la forme d'un T, venant se regarder vers l'axe et demeurant séparés par une étroite fente verticale. Toute la branche verticale du T est chargée de petits ovules, très-nombreux, anatropes, et qui nous ont paru pourvus d'une seule enveloppe incomplète. Le fruit est une capsule, surmontée des restes du style, septicide, se séparant jusque dans le style lui-même en deux loges, dont la face béante a ses

parois formées de deux moitiés des cloisons incomplètes. Chaque bord porte donc un demi-placenta, tout chargé de graines, dont la forme est celle d'un long cône, légèrement tordu sur lui-même et couvert dans sa longueur de stries irrégulièrement spiralées. L'albumen est charnu, mais très-mince et presque membraneux; il entoure de toute part un embryon à cotylédons plans-convexes, tournés du côté de la chalaze aigüe, et à radicule micropylaire conique.

Cette belle plante a les feuilles épaisses et les fleurs d'un beau jaune orange. Elle se distingue de la plupart des Eucyrtandrées, car c'est dans cette sous-tribu qu'on l'a placée, par son fruit déhiscent, de même que celui des *Rhabdothamnus*. Ce fruit, une fois ouvert, ressemble tellement à celui d'une digitale, qu'on se prend aisément à douter que le groupe auquel on attribue le *Negria* soit foncièrement différent de celui des Scrofulariées, dans lequel le périanthe et l'androcée peuvent être tout à fait aussi ceux du *Negria*. Des loges ovariennes, ici complètes, et là plus ou moins incomplètes, sont-elles un caractère suffisant pour séparer deux familles auxquelles on donne le titre de naturelles? M. F. v. Mueller nous apprend que le premier voyageur qui ait trouvé le *Negria* dans l'île de Lord Howe, sur le mont Lidgebird, est M. C. Moore. La hauteur de la plante est, dit-on, de dix-huit pieds. Les échantillons qui ont servi à analyser et à figurer ici cette espèce, et qui sont beaucoup plus parfaits que les premiers connus, ont été récoltés par MM. Lind et Tullager, dans les mêmes localités.

EXPLICATION DES FIGURES.

Planche IX.

Fig. 1. Rameau florifère du *Negria rhabdothamnoides*, de grandeur naturelle. — Fig. 2. Fleur entière, légèrement grossie. — Fig. 3. Diagramme floral. — Fig. 4. Fleur, coupe longitudinale antéro-postérieure. — Fig. 5. Bouton. — Fig. 6. Étamine fertile. — Fig. 7. Staminode pourvu d'une anthère stérile. — Fig. 8. Fruit déhiscent. — Fig. 9. Ovule. — Fig. 10. Graine grossie. — Fig. 11. Graine, coupe longitudinale. — Fig. 12. Embryon.

M. MIQUEL

Physicien à l'Observatoire de Montsouris.

SUR LES GERMES DE L'ATMOSPHÈRE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 24 août 1878.* —

M. MIQUEL entretient la Société de ses recherches statistiques sur les germes de l'atmosphère. Après dix-huit mois de recherches journalières, M. Miquel est arrivé aux conclusions suivantes :

1° Le nombre des germes, faible en hiver, croît rapidement au printemps, reste stationnaire en été et décroît en automne;

2° La pluie provoque toujours une recrudescence de ces mêmes germes.

Ces faits généraux ont été observés sur les productions cryptogamiques, dont le diamètre n'était pas supérieur à 0,002 millimètre.

Les germes de la Bactérie commune augmentent en temps de pluie et diminuent par les temps secs.

M. J. de SEYNES

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

SUR UN APPAREIL CONIDIEN (PYCNIDE) DU POLYPORUS SULFUREUS BULL.

— *Séance du 24 août 1878.* —

Au mois d'avril dernier, j'ai signalé à l'Académie des sciences la formation d'organes reproducteurs à l'intérieur du parenchyme du *Polyporus sulfureus* Bull, dans des conditions identiques à celles où se produisent les conidies endocarpes du *Fistulina hepatica* Fr... Je n'avais encore pu constater ce fait que sur un seul individu, j'ai été depuis lors assez heureux pour pouvoir étudier un exemplaire de ce Polypore exclusivement conidifère et dénué de toute trace de tubes.

Un de mes confrères de la Société botanique, M. Torchon, a eu l'obligeance de m'adresser un Champignon (voir Pl. x) du volume et de la forme d'un œuf de poule, de consistance assez ferme, d'une teinte blanc jaunâtre, avec deux taches un peu déprimées, tournant à l'orangé, dues sans doute au contact d'un corps dur ; ne présentant pas trace de fentes,

de pores, de rides ou de tubes ; un peu de terre adhérait à la base ; sans autre renseignement que ce seul indice d'une station épigée, je ne voulus pas compromettre les développements ultérieurs possibles, et j'attendis pour faire une étude plus détaillée et pratiquer des coupes. Au bout de trois jours, ne voyant rien paraître et la surface externe prenant une coloration plus foncée qui pouvait faire craindre que le Champignon ne dépassât la période de maturité, je me décidai à l'entamer ; j'examinai le tissu et je ne fus pas peu surpris de le voir rempli des mêmes conidies que j'avais découvertes quelques mois avant chez un *P. sulfureus* de la forêt de Fontainebleau. La station supposée épigée troublait les rapprochements que j'aurais été tenté de faire ; je me hâtai d'éclaircir ce point auprès de mon correspondant ; il m'apprit alors que son jeune fils, Paul Torchon, avait recueilli ce précieux échantillon sur un poteau de barrière, près de Bellevue et m'offrit de me conduire dans la localité. L'examen auquel je pus me livrer me fit comprendre la cause de l'illusion qui m'avait empêché de déterminer le spécimen recueilli en ce point. Sur le bord d'un chemin en pente conduisant à des sablières, se trouvait un vieux poteau de bois court, portant un grand trou carré, destiné à recevoir la pièce de bois qui sert de barrière ; depuis longtemps hors de service, il était enfoui dans les ronces ; la face inférieure du trou était couverte de terre et de détritus ; c'est sur cette face que s'était développé le champignon ; il était du reste bien adhérent au bois, ainsi que je pus m'en convaincre par l'examen des traces blanchâtres incrustées dans le bois, au point où il avait été arraché. Ainsi, la station s'accordait avec l'ensemble des caractères extérieurs et histologiques pour permettre de déterminer avec certitude un *P. sulfureus* sans tube, ne produisant que des conidies endocarpes ; je me félicitai d'avoir laissé ce Polypore intact jusqu'à sa maturité ; s'il se fût agi d'un réceptacle ordinaire jeune, il aurait eu le temps de produire tout au moins quelques indices de tubes ; ceux-ci se développent facilement, même après la séparation d'avec leur support ligneux, ainsi que je m'en suis assuré sur de jeunes échantillons recueillis à Rambouillet, et qui ont, en très-peu de temps, développé leurs tubes sur une assiette, dans une chambre.

L'échantillon conidifère de *P. sulfureus* qui fait l'objet de cette communication, mesurait, à l'état frais, six centimètres de long sur trois de haut ; j'ai mentionné sa forme et sa couleur, la couleur passe à l'orangé, pour devenir fauve brunâtre, quand le Champignon se dessèche. La coupe du parenchyme interne présente un tissu homogène, uni, sans solution de continuité, mais n'ayant pas beaucoup de ténacité, d'un blanc teinté de fauve clair, surtout vers la base : à mesure que le réceptacle mûrit et se dessèche, il perd encore de sa ténacité, il devient pulvérulent dans toute la masse centrale qui se sépare un peu

de la couche externe, celle-ci a un millimètre à peine d'épaisseur, elle fonce en séchant et prend une teinte analogue à celle de la surface. Examinée au microscope, la trame est composée de cellules allongées à parois peu épaisses, à cloisons assez rapprochées et remplies d'un protoplasma riche en granulations. Les filaments formés par ces cellules se feutrent dans des directions diverses, se ramifient en se terminant par des arborisations courtes ; chaque branche de ces arborisations se renfle à son sommet et forme une ampoule qui s'élargit; pendant que la branche qui la porte, s'allonge et s'amincit, une cloison se forme à l'origine de sa portion étroite. A l'intérieur de l'ampoule s'organise la conidie dont l'enveloppe se soude complètement ou incomplètement avec la paroi de l'ampoule ; souvent un espace reste vide entre la conidie et la cloison formée à la base de l'ampoule; au-dessous de cette cloison, la membrane de la cellule mère s'amincit graduellement, elle finit par se détruire et la conidie devient libre; celle-ci présente alors une paroi très-épaisse et un grand globule huileux qui remplit presque toute sa cavité. Les dimensions de ces conidies sont très-inégales et varient depuis $0^{mm},005$ ou $0^{mm},006$, sur $0^{mm},008$ ou $0^{mm},009$, jusqu'à $0^{mm},010$ ou $0^{mm},012$, sur $0^{mm},015$ ou $0^{mm},019$; la variation des dimensions, la forme, la structure, tous les caractères sont identiques avec ceux des conidies développées au sein du réceptacle des Polypores qui présentent fusionnés, dans un même chapeau, les deux sortes d'organes reproducteurs spores et conidies endocarpes. La genèse endo-cellulaire de ces conidies est aussi la même; j'en ai décrit de nouveau les diverses phases. La théorie ancienne sur la formation acrosporée ne paraît pas près de disparaître des ouvrages classiques; elle est reproduite dans l'important et récent ouvrage de M. Strassburger, sur la formation des cellules (trad. de M. Kickx, 1876, p. 183); il importe donc d'insister sur les exemples de plus en plus nombreux qui combattent l'hypothèse du développement acrosporé.

Le revêtement externe du réceptacle est formé par des cellules de même forme, de même structure et la plupart un peu moins larges que celle du parenchyme interne, quelques-unes même portent des conidies, mais le petit nombre qu'elles en produisent, ne permet pas à cette couche celluleuse de prendre l'état pulvérulent. Son tissu forme ainsi un pseudo-péridium consistant, mais qui n'est pas différencié comme celui des Gasteromycètes. L'appareil conidien du *P. sulfureus*, tel que je viens de le décrire, ressemble d'une manière générale à un Champignon Gasteromycète, cette ressemblance est plus grande que celle du *Ptychogaster albus* C., rangé primitivement dans cet ordre et qui se rapproche sensiblement des appareils conidiens de Fistulines et de Polypores, sans qu'on ait encore démontré ses affinités réelles. On en est toujours réduit

à l'hypothèse primitive de Fries, jusqu'à ce qu'on ait rencontré un réceptacle mixte portant à la fois les conidies du *Ptychogaster* et un hymenium sporifère.

Quelle que soit la place que l'avenir réserve au *Ptychogaster* dans la classification mycologique, nous sommes amenés à reconnaître que l'existence de réceptacles à conidies endocarpes prend le caractère d'un fait normal chez les Basidiosporés, il y a lieu de se demander quelle est la vraie signification de ces organes. Doit-on voir en eux des formations nouvelles exclusivement propres aux Polyporés et qui réclameraient une dénomination nouvelle dans l'arsenal déjà si fécond de la terminologie mycologique? Nous trouverons, je crois, la réponse à cette question en nous reportant aux organes multiples de reproduction des Thécasporés, sur lesquels les travaux de M. Tulasne ont donné des notions si précises. Il y a chez les Thécasporés un cycle d'organes reproducteurs qui est typique dans sa disposition ternaire, et qui comprend : 1° Les conidies libres se produisant à l'extrémité de filaments mycéliaux séparés ou groupés en pulvinules : 2° les conidies endocarpes ou stylospores, renfermées dans des conceptacles appelés pycnides, dont la structure et quelquefois la forme est semblable aux périthèces qui renferment les thèques ou cellules mères du troisième ordre de corps reproducteurs, les spores.

Chez les Basidiosporés, nous connaissons déjà deux de ces termes, les conidies libres (*Dacrymyces*, *Cyphella*, *Collybia*, *Coprinus*, etc.), et les spores développées sur les basides de l'hymenium. Les conidies endocarpes que j'ai observées dans deux genres de Polyporés, correspondent aux Stylospores des Thécasporés et les réceptacles qui ne produisent que ces sortes de conidies, me paraissent devoir être légitimement assimilées aux Pycnides. De même que chez les Thécasporés, ces pycnides ont la même structure que le réceptacle sporigène ; tous deux peuvent se fusionner ; ce fusionnement se présente aussi chez les Thécasporés. Un Sphériacé, qui vient communément sur l'écorce des chênes, l'ancien *Sphæria quercina* Fr., auquel M. Tulasne a donné le nom de *Dothidea melanops*, présente une fusion des pycnides et des périthèces tout à fait comparable à ce que l'on peut reconnaître chez les Fistulines ou le *Polyporus sulfureus* portant à la fois des conidies endocarpes et des spores ; en effet, les conceptacles qui renferment les spores ou les stylospores sont réunis dans un même parenchyme scléreux que rien ne différencie; l'*Aglaospora thelebola* Tul. offre aussi des pycnides et des périthèces tantôt séparés, tantôt réunis ; on pourrait en trouver encore bien d'autres exemples.

Il existe donc des pycnides chez les Basidiosporés, et ces pycnides présentent, avec les Champignons Gasteromycètes, une analogie générale facile à comprendre. J'ai soumis à l'action de l'iode la pycnide du *P.*

sulfureus qui fait l'objet de cette communication, son parenchyme s'y est montré sensible, peut-être même un peu plus que le réceptacle sporifère, qui se comporte du reste d'une manière assez variable vis-à-vis de ce réactif. Mis en contact avec la teinture d'iode, le tissu a pris une couleur violacée tournant au vert, l'origine de cette teinte verte est facile à reconnaître au microscope; la membrane des conidies à l'état frais se colore en bleu clair, on sait qu'elle contient un gros noyau huileux, dont la couleur jaune prend encore plus d'intensité sous l'influence de l'iode; la superposition du bleu et du jaune produit la teinte verte. Chez le *P. sulfureus* conidifère de Fontainebleau, la réaction de la membrane cellulaire sous l'influence de l'iode tendait plutôt au rouge, mais cette réaction n'avait été examinée que quatre mois après la récolte du Champignon, tandis qu'ici elle a été essayée sur le Champignon frais. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que les résultats ne soient pas tout à fait comparables.

M. MILLARDET

Professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux.

DES ALTÉRATIONS PRODUITES PAR LE PHYLLOXERA SUR LES RACINES DE LA VIGNE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 24 août 1878. —

La piqûre du *Phylloxéra* détermine sur les extrémités des radicelles de la vigne des renflements recourbés appelés nodosités; sur les racines qui ont cessé de s'allonger, elle produit des protubérances arrondies, souvent allongées par la confluence, nommées tubérosités.

Les unes et les autres pourrissent à des âges très-variables et après avoir acquis un développement très-différent. La pourriture s'étend insensiblement de la surface du renflement vers le centre de la radicelle ou racine; ces organes se trouvent tôt ou tard frappés de mort.

La cause de la pourriture n'est pas, comme l'a dit dernièrement M. Max. Cornu, dans la perversion des phénomènes d'épaississement et de nutrition des éléments ligneux de la racine. D'après M. Millardet elle doit être attribuée uniquement à la pénétration, dans l'intérieur des renflements, de champignons ou d'autres organismes parasitaires très-communs dans le sol. Cette pénétration est facile à constater et à expliquer. L'hypertrophie des tissus cellulaires, dans les nodosités et les tubérosités, produit la distension de l'épiderme et du périderme. Sous la pression des tissus sous-jacents, ils ne tar-

dent pas l'un et l'autre à éclater et à s'exfolier. C'est par leurs fissures que pénètrent les germes de pourriture. On comprend l'importance de cette nouvelle manière d'envisager la maladie de la Vigne. Le peu d'action des insecticides, dans certains cas, pourrait s'expliquer par l'impossibilité où l'on se trouve de détruire le mycelium dans l'intérieur des racines. Dans une vigne sérieusement atteinte, détruire le *Phylloxéra* ne servirait à peu près de rien.

M. MILLARDET exhibe, à l'appui de la communication précédente, de nombreuses préparations de Vignes phylloxérées et portant des mycelium sur leurs racines.

DISCUSSION.

M. MAXIME CORNU, après avoir examiné ces préparations, exprime au sujet de la théorie développée par M. Millardet les plus extrêmes réserves et déclare qu'il lui est impossible d'en admettre les conclusions.

M. le Dr E. TISON

Professeur à l'Université catholique de Paris.

STRUCTURE DE L'ÉCORCE D'ALSTONIA CONSTRICTA.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 26 août 1878.* —

Anatomiquement, ce qui caractérise l'écorce de cette plante et la différencie de celle d'*Alstonia scholaris*, dont M. de Lanessan a donné une bonne figure dans sa traduction du *Traité des drogues végétales*, d'Hanbury et Fluckiger, c'est la présence, dans la zone intérieure, de nombreux rayons médullaires corticaux, formés d'une, deux ou trois rangées de cellules et séparant des bandes presque parallèles, formées de cellules à parois minces, à cavité grande, irrégulière, au milieu desquelles les éléments prosenchymateux à paroi jaune, épaisse, à cavité nulle ou à peu près, constituent des lignes plus ou moins perpendiculaires à celles des rayons médullaires. On y rencontre également des vaisseaux laticifères.

La zone extérieure, crevassée, assez analogue à celle de notre Orme subéreux et de l'Erable champêtre, est formée de ces mêmes éléments parenchymateux à peine reconnaissables, séparés par des couches parallèles de périderme, c'est-à-dire par des couches de cellules ayant tous les caractères de cellules subéreuses.

Entre ces deux zones se trouve une portion dans laquelle on rencontre des cellules à cavité irrégulière, contournée, à paroi épaisse, analogue à celles que M. de Lanessan a rencontrées dans la zone correspondante de l'écorce d'*Alstonia scholaris*.

M. DUTAILLY

SUR QUELQUES PARTICULARITÉS DE STRUCTURE DES BRASSICA.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 26 août 1878.* —

Dans l'intérieur de la moelle de la tige du *Brassica* cultivé qui porte le nom de *chou cabu*, on rencontre fréquemment des productions diverses que l'auteur décrit avec soin. Ce sont parfois de simples cellules polygonales qui ont sécrété dans les méats cellulaires situés à leurs angles une matière oléo-résineuse, et qui représentent le canal sécréteur à son degré le plus rudimentaire. D'autres fois, ce sont des cellules rayées analogues aux courts vaisseaux rayés de l'extrémité des pétales, et qui se distribuent en faisceaux anastomosés ne contractant aucun rapport avec le cylindre libéro-ligneux de la tige ; très-souvent, au milieu de ces cellules vasculaires, on aperçoit un vrai canal sécréteur plein d'oléo-résine. De temps en temps ces formations se compliquent davantage, et il s'établit au pourtour du canal sécréteur, entre les cellules vasculaires et lui, une segmentation abondante. Il peut arriver que ces cloisonnements de nouvelle formation donnent naissance, contre le canal sécréteur, à de véritables éléments libériens, et alors on trouve dans la moelle du chou des faisceaux constitués par un canal sécréteur central enveloppé par du liber et plus extérieurement par une couche cambiale et un cylindre réellement vasculaire, car les cellules vasculaires de tout à l'heure se sont fortement allongées et ne laissent plus de doute sur leur nature réelle. Il nous est même arrivé de rencontrer ces singuliers faisceaux reliés aux faisceaux normaux du cylindre libéro-ligneux de la tige, et leur raccord se produit de telle sorte que le bois, le cambium et le liber des faisceaux normaux se relient directement avec chacune des trois couches similaires des faisceaux intra-médullaires. Ces derniers sont, bien entendu, formés sur place. On aura une bonne idée de leur structure et de leurs connexions avec les faisceaux extérieurs, en considérant ces derniers comme s'ils étaient déviés vers l'intérieur par une pression quelconque venant de l'extérieur, pression qui les refoulerait en dedans, dans la moelle, jusqu'à ce qu'ils en vinssent à prendre la forme d'un doigt de gant. On comprend que, dans ce cas, le bois formerait un cylindre extérieur, enveloppant à la fois le cambium et le liber pareillement recouverts l'un par l'autre. M. Dutailly compare ces faits à ceux qu'il a décrits dans le Ricin, et dit qu'ils ne sont nullement isolés dans la famille des Crucifères, qui mérite à ce point de vue une étude spéciale, et dans laquelle, du reste, les canaux sécréteurs n'avaient point encore été décrits.

M. de LANESSAN

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

ORGANOGÉNIE DE L'INFLORESCENCE ET DE LA FLEUR FEMELLE DU HOUBLON.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 26 août 1878.* —

M. DE LANESSAN expose le développement de l'inflorescence et de la fleur femelle du Houblon (*Humulus Lupulus*), dont l'organisation est encore très-diversement interprétée par les auteurs. L'axe commun de l'inflorescence, né dans l'aisselle d'une feuille normale, ne tarde pas à se déformer; il s'aplatit et les feuilles florales qu'il porte dans sa partie supérieure, au lieu d'être disposées par paires alternes, sont nettement distiques. Chacune d'entre elles se montre sous la forme d'un mamelon d'abord simple, représentant une feuille qui produit latéralement deux stipules; mais celles-ci prennent rapidement un grand accroissement, tandis que la feuille qui les a produites reste si rudimentaire, que bientôt on ne peut plus la distinguer. De très-bonne heure, il s'est formé dans son aisselle un axe secondaire aplati, qui produit bientôt deux bractées opposées, tandis que son sommet cesse de croître. Dans l'aisselle de chacune de ces deux bractées naît un axe tertiaire qui se terminera par une fleur et qui, à son tour, porte une bractée et un axe quaternaire, également destiné à se terminer par une fleur. En un mot, chaque axe secondaire produit deux petites cymes unipares, opposées. Chaque axe floral produit bientôt, avant l'apparition des feuilles carpellaires, deux bractéoles opposées, nées en même temps, mais s'accroissant inégalement, devenant bientôt connées et destinées à former le sac qui enveloppe l'ovaire adulte et qui a été souvent considéré à tort comme un disque. L'étude du développement de cette inflorescence permet de rattacher définitivement les Cannabinées aux Ulmacées, en montrant que la déformation de l'axe floral et la disposition en cymes des fleurs sont des caractères communs aux deux groupes.

M. H. BAILLON

Professeur à la Faculté de médecine de Paris.

ORGANOGÉNIE FLORALE DES PAPAYÉES ET DÉVELOPPEMENT DE LEURS TÉGUMENTS OVULAIRES.

— *Séance du 26 août 1878.* —

Ce groupe naturel, auquel on rapporte de nos jours une vingtaine d'espèces, réparties dans le *Prodromus* dans trois genres distincts, a été rapproché par Adanson des Euphorbiacées et par A.-L. de Jussieu des Cucurbitacées. M. A. de Candolle en fait un Ordre qui, d'après lui, doit être sans hésitation placé à côté des Cucurbitacées et des Passifloracées. Nous l'avons rangé dans la même famille que les Pangiéés, dans notre *Histoire des plantes* (IV, 283, 320), et tout à côté de celles-ci, c'est-à-dire parmi les Bixacées, et au même titre, comme simple série ou tribu. Ce que nous connaissons du développement des fleurs femelles, notamment du gynécée, va nous démontrer d'étroits rapports avec ce que l'on savait depuis longtemps des Capparidacées, des Papavéracées, etc., c'est-à-dire de plantes dont les Bixacées sont également très-voisines, d'après tous les botanistes.

Nous avons également réduit à un seul les genres qu'on a admis dans le groupe, c'est-à-dire les *Carica*, *Jacaratia* et *Vasconcellea*, qui ne sont pour nous que des sections ou sous-genres du genre *Papaya* de Tournefort. C'est, bien entendu, le développement de la fleur femelle qui présentait surtout de l'intérêt. Nous avons pu l'observer sur trois plantes différentes, qui fleurissent fréquemment dans nos serres : le Papayer commun ; celui qu'A. Saint-Hilaire a décrit sous le nom de *Vasconcellea quercifolia*, et l'un de ceux que l'on cultive sous le nom de *Carica gracilis*.

Dans ce dernier, l'inflorescence femelle est assez complexe, quoiqu'elle puisse souvent paraître réduite à une fleur axillaire solitaire ; et presque toujours elle rappelle à celui qui l'observe de près les inflorescences mâles plus compliquées, qu'on a désigné d'une façon un peu vague, comme : « *racemi axillares multiflori subdichotomi, bracteis nullis aut rudimentariis.* » Alors que la fleur femelle adulte paraît seule occuper l'aisselle d'une feuille, on la voit supportée par un pédoncule court et épais. Or, celui-ci porte, au-dessous d'elle, une ou plusieurs bractées alternes, de petites dimensions, disposées dans l'ordre spiral. Plus tôt, elles étaient relativement plus développées, plus distinctes, et l'aisselle de chacune d'elles présentait les traces d'un jeune bouton. Ces boutons,

tous plus jeunes que la fleur terminale, sont d'autant moins développés qu'ils se rapprochent davantage du sommet. Dans ce cas, l'inflorescence est donc un épi, à fleur terminale plus avancée en âge que toutes les autres. Mais de plus, les bractées axillantes des fleurs les plus inférieures, peuvent, au lieu d'un bouton, porter dans leur aisselle un axe secondaire. Comme il y a souvent deux ou trois de ces axes secondaires, se comportant eux-mêmes comme l'axe principal de l'inflorescence, celle-ci est alors une grappe composée d'épis dont tous les axes sont terminés par une fleur. Chaque fleur est d'ailleurs accompagnée de deux bractéoles latérales, et elle finit par devenir articulée à sa base.

Le calice est formé de cinq sépales, dont un postérieur, deux antérieurs et deux latéraux. Ils se développent dans l'ordre quinconcial; le postérieur est le sépale 2; les antérieurs sont les sépales 1 et 3, et leur préfloraison devient également quinconciale. Le calice demeure relativement peu développé. La corolle est formée de cinq pétales qui se montrent tous à la fois dans l'intervalle des sépales et qui, demeurant longtemps à l'état de courts mamelons, grandissent plus tard rapidement et se disposent dans le bouton en préfloraison tordue. Ils ne sont recouverts ou recouvrants que dans une faible étendue de leurs bords qui là sont taillés brusquement comme en biseau. C'est ordinairement le bord gauche du pétale, vu du dehors, qui se trouve recouvert dans la préfloraison, mais on peut rencontrer quelques exceptions à cette règle, et il y a certainement des pétales, dans l'espèce qui nous occupe ici, qui sont absolument valvaires et se touchent par leurs bords épais sans se recouvrir. On sait qu'on a accordé aux caractères de la préfloraison une valeur considérable dans le groupe des Papayers (1).

Dans l'espèce que nous étudions ici, la fleur femelle n'a pas d'étamines. Dans d'autres, elle en possède un ou deux verticilles, formés de pièces alternes, mais qui s'arrêtent de bonne heure dans leur développement et sont réduites à l'état de simples languettes. Assez souvent ce-

(1) M. Alph. de Candolle est l'auteur qui, en 1864, a le plus insisté sur ce point (*Prodr.*, XV, sect. 1, 414) : « *æstivatio corollæ nondum descripta, optimos characteres præbuit* ». Puis il distingue les *Papaya* par le sens de la torsion de leur corolle mâle : « *Lobi corollæ masc. æstivatione dextrorsum (e centro floris obs.) contorta*; » les *Vasconcellea* par « *æstivatione aut sinistrorsum contorta, aut valvari* » ; les *Jacaratia* (page 419), par « *æstivatione dextrorsum contorta* ». On ne comprend donc pas comment, en 1868, M. Decaisne, ne tenant nul compte de ces données, établit (*Trait. gén.*, 485) comme caractère constant des Papayacées, que chez elles « la corolle est valvaire ». De plus, M. Decaisne croit qu'on peut distinguer par ce caractère de la préfloraison valvaire les Papayacées des Cucurbitacées, et MM. Bentham et Hooker (*Gen.*, I, 816) disent des pétales : « *valvata v. marginibus involutis.* » Il est certain que la préfloraison de la corolle est imbriquée dans bien des Cucurbitacées ; mais les observateurs tiennent aussi compte des cas particuliers. M. Duchartre qui n'observe guère ce qui est relatif à l'organisation des végétaux, place les Nhandirobées parmi les Cucurbitacées auxquelles il accorde en bloc une préfloraison de la corolle « imbriquée ou introfléchie » ; puis il énumère comme Nhandirobées les *Fevillea* qui ont les pétales imbriqués, et les *Zanonia* qui les ont valvaires.

pendant les étamines de la fleur femelle prennent un développement plus considérable. J'ai vu des pieds femelles de divers *Papaya* cultivés donner de bons fruits avec des graines fertiles, dans des serres où il ne se trouvait aucun pied mâle. Dans ces cas que certaines personnes peu difficiles sur l'observation n'auraient pas hésité à admettre comme des exemples de parthénogénèse, il y avait une ou plusieurs étamines pourvues d'une anthère pollinifère, et j'ai vu des pieds femelles dont presque toutes les fleurs étaient dans ce cas.

Les cinq petites feuilles carpellaires, qui constitueront les parois de l'ovaire et les styles, naissent simultanément dans l'intervalle des pétales. Elles s'élèvent bientôt, deviennent concaves et connées et forment alors autour du centre du réceptacle presque plein une enceinte découpée de cinq crénelures. Par suite d'accroissements inégaux de ces diverses parties, une fossette semble alors se creuser dans l'aisselle de chaque feuille carpellaire. Ces fossettes sont séparées les unes des autres par d'épaisses cloisons rayonnantes qui sont placées en face des pétales. Leur bord supérieur est libre et horizontal. Plus tard, à mesure que les parois convexes de l'ovaire s'élèvent, les cloisons grandissant plus vite vers la périphérie que vers le centre, leur bord libre devient oblique de bas en haut et de dedans en dehors. Quant aux sommets des feuilles carpellaires, après s'être réunis pour fermer en haut la cavité ovarienne, ils se séparent plus haut les uns des autres pour constituer autant de branches stylaires superposées aux loges et répondant aux cinq angles saillants qui se voient sur les côtés de l'ovaire. Dans le *Vasconcellea*, on sait que l'ovaire est ainsi partagé par cinq cloisons en autant de cavités alternipétales. Mais il y a longtemps, au sommet de l'ovaire, un espace, si restreint qu'il soit, où les cloisons font défaut et où l'ovaire demeure uniloculaire. Lorsque, comme dans le Papayer commun, cette cavité centrale de l'ovaire persiste dans toute sa hauteur, cela tient uniquement à l'exagération de l'obliquité du bord supérieur des cloisons. Ce bord devient même, dans plusieurs espèces, vertical ou à peu près et n'arrive nulle part au contact des quatre autres saillies placentaires. Ces cloisons épaisses, alors même qu'elles partagent l'ovaire en cavité complètes, sont toujours les parties sur lesquelles se développeront les ovules.

Ceux-ci sont en nombre indéfini dans toutes les Papayées connues, et ils naissent, ordinairement, sur plusieurs séries verticales, à partir de l'intérieur. Dans le *P. gracilis*, les séries parallèles peuvent être réduites à deux; et dans le *Vasconcellea*, la plus jeune peut être incomplète ou même disparaître totalement. Mais, dans les espèces à gros fruit, comme le Papayer commun, elles sont très-nombreuses et très-pressées les unes contre les autres, chacune d'elles comprenant, en outre, un très-grand nombre d'ovules. Aussi, l'ordre primitif de ces derniers s'efface-t-il de

bonne heure, et tous semblent semés sans ordre sur la paroi de la loge. Quand, au contraire, on observe leur développement, on voit que ceux des séries intérieures naissent et grandissent longtemps avant ceux des séries extérieures, et que, dans une série donnée, les plus jeunes sont en bas et surtout en haut, les plus développés étant vers le milieu de la hauteur, généralement un peu plus bas que lui.

L'évolution individuelle de chaque ovule est le point le plus curieux et aussi le plus inattendu de l'histoire organogénique des *Papaya*. De plus, dans toutes les espèces probablement, mais à coup sûr dans les trois dont il nous a été donné de suivre le développement sur la plante vivante, cette évolution est absolument la même et constitue un caractère physiologique du groupe, plus facile à constater dans les espèces où l'ovule, très-allongé, a primitivement la forme d'une baguette étirée, comme dans le Papayer commun. Ce caractère consiste dans l'apparition de la primine longtemps avant la formation de la secondine, et, généralement, à une assez grande distance l'une de l'autre. Pour les personnes qui se plaisent, on ne sait pourquoi, à considérer l'ensemble de l'ovule comme un rameau pourvu de deux feuilles, les organes qu'on appelle les enveloppes de l'ovule naîtraient sur le nucelle considéré comme axe, de la même façon et dans le même ordre que le feraient deux feuilles portées par lui. Mais là s'arrête la ressemblance, pour la secondine au moins. La primine, seule, a d'abord un développement unilatéral. Sur la baguette allongée et d'abord rectiligne que représente l'ovule du Papayer, l'inégalité d'accroissement amène d'abord la formation d'un léger coude au point où l'organe presque cylindrique s'atténue assez brusquement pour se terminer en cône. C'est sur la convexité de ce coude que se produit le renflement en forme de croissant qui représente d'abord la primine. Au-dessus, le cône terminal de l'ovule demeure quelque temps sans changement. Puis, il s'épaissit circulairement vers le milieu de sa hauteur, c'est-à-dire relativement bien loin de la saillie de la primine. Son épaississement ne ressemble en rien à celui qui annonce l'apparition d'une feuille on d'une enveloppe membraneuse. On s'en rend bien compte sur une coupe longitudinale où l'on voit que la section du cône nucellaire, laquelle représentait un triangle isocèle à sommet émoussé, prend la forme d'un losange dont les quatre angles seraient également émoussés. Ce n'est que plus tard que la secondine affecte peu à peu la forme d'un bourrelet circulaire dont l'ouverture se dirigerait vers le sommet de l'ovule. Finalement, l'ovule anatrope du Papayer commun est semblable à celui des autres plantes. La base du long cône primitif est devenue un épais funicule dans lequel se forment de nombreuses trachées; on les suit, au nombre de plus de vingt, dans le raphé. Quand la primine s'est développée autour de la secondine et

l'enveloppe comme un capuchon, des épaississements irréguliers commencent à se produire vers le sommet du funicule. L'exostome s'épaissit aussi un peu, et, au-dessus de lui, le funicule s'avance en une légère saillie qui sert de guide et d'appui aux tubes polliniques se dirigeant vers le micropyle. Le nucelle est creusé d'un énorme sac embryonaire. Toutes les modifications dont nous venons de parler se produisent aussi dans le *Vasconcellea* et le *C. gracilis*; mais la brièveté du cône ovulaire primitif fait que les épaississements qui correspondent à la primine et à la secondine sont bien plus rapprochés l'un de l'autre, partant moins distincts. L'évolution est cependant la même; la secondine naît longtemps après la primine. Dans ces espèces, d'ailleurs, il est plus facile de constater la position que prennent les diverses régions de l'ovule dans son mouvement anatropique : Quand il est horizontal ou à peu près, son raphé est presque transversal, tourné du côté du fond de la loge, et son micropyle est ramené en avant et en dehors contre la cloison de séparation des loges.

Tandis que dans certains *Papaya*, les branches stylaires demeurent toujours simples, quelque longueur qu'elles présentent ; dans d'autres, comme le *P. Carica*, elles se ramifient beaucoup. Mais cette division est toujours tardive. Au début, le *P. Carica* a cinq branches stylaires simples, obtuses. En haut et sur les côtés, elles développent deux petits lobes obtus qui leur donnent alors l'aspect d'un petit trèfle. D'autres lobes secondaires se produisent ultérieurement. Dans le *P. Carica* aussi, les axes de l'inflorescence se terminent par une fleur plus âgée, et, plus bas qu'elle, produisent des fleurs ou des axes secondaires; mais ceux-ci peuvent eux-mêmes porter des axes de troisième génération. Quand un de ces axes ultimes, très-court et terminé par une fleur, porte, au-dessous d'elle, deux boutons plus jeunes, on comprend qu'il figure tout à fait une petite cyme triflore et bipare.

Il suffit de consulter les planches du *Traité d'organogénie* de Payer, pour se convaincre de l'analogie de développement qu'il y a entre les *Papaya* et les Capparidées, certaines Papavéracées, etc. Cela est vrai, surtout du gynécée et de la façon dont les ovules se montrent sur les cloisons placentaires, complètes ou incomplètes. Ainsi que nous l'avons dit, des faits analogues se présentent dans le gynécée de certaines Bixacées, telles que les *Oncoba*, les *Cochlospermum*, etc. Les affinités avec les Passifloracées, admises par tous, ne sont pas douteuses non plus ; mais on sait que certains types, tels que les *Ryania*, ont été rapportés tantôt aux Passifloracées et tantôt aux Bixacées.

EXPLICATION DES FIGURES

Planche XI.

Papaya gracilis.

Fig. 1. — Inflorescence femelle. L'axe principal, de même que les autres, se termine par une fleur plus âgée *fl*, articulée en *ar*. Il porte au-dessous des bractées alternes, *b b*, dont l'aisselle est occupée par une fleur, accompagnée de deux bractéoles latérales *b'b'*.

Fig. 2. — Bractée florale *b*, avec un petit réceptacle floral axillaire, accompagnée de deux bractéoles latérales *b'b'*.

Fig. 3. — Bractée florale plus âgée que dans la figure précédente, *b*. Entre les bractéoles latérales *b'b'*, on voit le réceptacle qui porte, à cet âge, deux sépales, dont un seul, le postérieur s^2, peut être aperçu de ce côté de la fleur.

Fig. 4. — Bouton accompagné des deux bractéoles latérales *b'b'* et portant les cinq sépales inégaux dont on voit seulement quatre : le postérieur s^2, les deux latéraux s^4, s^5, et l'un des antérieurs s^1, le sépale 3 demeurant caché par le réceptacle.

Fig. 5. — Bouton plus âgé où les sépales, plus développés, sont peu inégaux.

Fig. 6. — Bouton plus développé encore, vu de haut. Les cinq sépales, encore un peu inégaux, sont écartés pour laisser voir les cinq pétales naissants *pp*.

Fig. 7. — Bouton dans lequel les sépales *ss* et les pétales alternes *pp* sont plus développés encore.

Fig. 8. — Fleur dans laquelle, outre les sépales *ss* et les pétales écartés *pp*, on voit naître les mamelons staminaux, *ee*; *b*, bractée mère ; *b'b'*, bractéoles latérales.

Fig. 9. — Réceptacle sur lequel sont disposées les cinq feuilles carpellaires, en dedans desquelles sont les fossettes, premier rudiment des loges.

Fig. 10. — Gynécée plus âgé ; les fossettes *l* plus développées.

Fig. 11. — Même gynécée, coupe longitudinale ; *ll*, cavités des loges jeunes, dont une *lc* est coupée par le milieu.

Fig. 12. — Gynécée dont les cinq feuilles des sommets carpellaires sont plus saillants.

Fig. 13. — Même gynécée, coupe longitudinale. Mêmes lettres que dans la figure 11.

Fig. 14. — Gynécée plus âgé encore.

Fig. 15. — Coupe longitudinale du même gynécée. Mêmes lettres. Dans la loge ouverte *lc* on voit sur la paroi une première série verticale d'ovules.

Fig. 16. — Coupe grossie davantage de la loge ouverte de la figure précédente.

Fig. 17. — Coupe d'une loge dans laquelle, en dehors des ovules de la première série, o^1, s'en est produite une seconde série, o^2.

Fig. 18. — Coupe longitudinale d'un gynécée plus avancé en âge.

Fig. 19. — Coupe grossie davantage de la loge ovarienne ouverte, avec deux séries d'ovules ; les extérieurs o^2, plus jeunes ; les intérieurs o^1, plus âgés, quelques-uns d'entre eux ayant déjà une primine.

Fig. 20. — Ovule jeune, réduit au nucelle *n*.

Fig. 21. — Ovule plus âgé dans lequel le nucelle *n* s'entoure à sa base de la primine *pr*.

Fig. 22. — Ovule encore plus âgé ; le nucelle *n* est entouré à sa base de la primine *pr* déjà fort développée, et, au-dessus de celle-ci, commence à se former la secondine *se*.

Fig. 23. — Ovule peu avant l'anthèse. Mêmes lettres que dans la figure précédente.

Fig. 24. — Coupe transversale de l'ovaire, pour montrer la disposition et le sens d'anatropie des ovules.

PAPAYA CARICA.

Fig. 25. — Très-jeune ovule, en forme de baguette, à sommet nucellaire conique, *n*.
Fig. 26. — Ovule plus long, sur lequel se produit la saillie *pr* de la primine.
Fig. 27. — Âge ultérieur. La primine *pr* plus développée, et au-dessous du sommet du nucelle *n*, le premier indice de la saillie circulaire de la secondine *se*.
Fig. 28. — État plus avancé de l'ovule. Mêmes lettres.

M. Édouard TISON

Professeur à l'Université catholique de Paris.

MÉCANISME DE LA DÉHISCENCE DES PYXIDES DANS LES JUSQUIAMES.

— *Séance du 27 août 1878.* —

Les jusquiames (*Hyoscyamus*) ont, comme le Mouron rouge (*Anagallis arvensis* L.) et les Plantains (*Plantago*) étudiés dans les sessions précédentes de Clermont-Ferrand et du Havre, un fruit capsulaire qui a reçu le nom de pyxide, à cause du mode particulier de sa déhiscence. Le mécanisme en est très-simple. Quand la capsule est arrivée à maturité. sa partie supérieure se détache de sa partie inférieure par une fente circulaire et transversale; et l'on a ainsi deux parties, une supérieure appelée couvercle et une inférieure qui contient les loges avec les graines, les cloisons et les placentas.

Ce mode de déhiscence est préparé dans les Jusquiames, comme dans les *Anagallis* et les *Plantago*, par une structure histologique qui, à partir de l'épanouissement de la fleur, se modifie de manière à produire ce résultat au moment convenable. C'est cette structure spéciale aux Jusquiames et différente de celle que nous avons reconnue dans les genres cités plus haut que nous allons faire connaître avec les détails nécessaires. Prenons la fleur, lorsqu'elle est encore à l'état de bouton, et examinons attentivement l'ovaire dont les parois forment plus tard le péricarpe, dans l'épaisseur duquel se produira la fente circulaire et transversale, on verra que ni à l'extérieur, ni à l'intérieur, rien n'indique encore la place de cette dernière. Qu'on en fasse alors une coupe longitudinale et médiane, assez mince pour être observée par transparence, au microscope, à un grossissement convenable, on verra la structure anatomique représentée par les figures 2 et 3 (pl. XII). Toute l'épaisseur de la paroi ovarienne présente une masse parenchymateuse, renfermant

suivant les points où la coupe a passé, quelques faisceaux dont les trachées occupent toujours le côté interne. Cette paroi ovarienne possède sur ses deux faces tant externe qu'interne, un épiderme très-nettement limité et formé de cellules à peu près carrées sur la coupe ou un peu plus allongées dans le sens transversal que dans le sens longitudinal. Ces cellules épidermiques tranchent nettement par leur forme et leur contour avec celles de la masse parenchymateuse qu'elles circonscrivent. Y a-t-il entre ces deux épidermes une différence bien marquée? C'est ce qu'on ne voit pas bien sur cette coupe longitudinale que nous étudions en ce moment. C'est par un autre procédé qu'il faut résoudre cette question. Nous arriverons à ce but en faisant, sur les deux surfaces de la paroi ovarienne, une coupe mince et parallèle à ces surfaces, de façon à voir les cellules épidermiques de face, ou mieux par leur côté libre. L'épiderme supérieur apparaît alors formé de cellules polygonales à angles très-vifs et très-nets, à parois minces ne laissant ni méat ni lacune au point de jonction de plusieurs cellules. Cette surface ne présente ni poils ni stomates.

Sur la face intérieure de l'ovaire, l'épiderme apparaît constitué de la même manière, si ce n'est que les cellules ont des parois peut-être un peu plus épaisses et qu'à de rares intervalles on rencontre quelques petits stomates.

Le parenchyme compris entre les deux épidermes est formé de cellules dont le nombre et la forme varient suivant le niveau où on les considère. A la base, près du point où la feuille carpellaire s'insère sur le réceptacle, le nombre des couches est d'abord assez considérable, mais il diminue rapidement pour se réduire bientôt à huit. Ce dernier chiffre, sans avoir une fixité mathématique, est cependant le plus fréquent. Après avoir persisté pendant une longueur assez considérable, il ne tarde pas à augmenter assez brusquement et à s'accroître d'autant plus qu'on se rapproche du sommet de l'ovaire. Toute la portion de la paroi ovarienne comprise entre le réceptacle et le niveau où les couches viennent de nouveau à dépasser le nombre huit, formera certainement la paroi capsulaire située au-dessous du couvercle. Celui-ci commencera au point où le nombre des couches devient assez rapidement plus considérable. Bien qu'on puisse ainsi prévoir à peu près le lieu où sera située la ligne de déhiscence, rien cependant n'en indique nettement le niveau. Dans la portion située au-dessous, la figure 3 (pl. XII) montre que les cellules ont une forme à peu près rectangulaire avec des angles arrondis, le grand côté du rectangle étant parallèle à la longueur de l'ovaire, surtout au point où le nombre des couches se réduit à huit, ces cellules sont rangées bout à bout et forment des séries parallèles faciles à distinguer et à compter. Dans la partie supérieure de l'ovaire, celle qui doit former le couvercle

de la pyxide, outre que le nombre de couches est plus considérable, la forme des cellules varie : elles sont polygonales à côtés et à angles arrondis. C'est cette forme qui fait que les cellules ne paraissent plus disposées bout à bout en files longitudinales, mais empiétent les unes sur les autres, comme les mailles d'un crible, ce qui rend leur nombre très-difficile, sinon impossible à compter. Il n'est toutefois pas sans intérêt de faire remarquer que deux ou trois couches situées le long de l'épiderme interne sont très-nettement disposées en files longitudinales. On verra plus loin toute l'importance de cette remarque. Ainsi à l'âge que nous venons d'examiner, bien que nous puissions, pour ainsi dire, deviner le niveau où se fera la déhiscence, la structure histologique, pas plus que l'inspection à l'œil nu, ne peuvent nous en révéler le siége précis.

Mais lorsque la fleur est épanouie, et surtout, lorsque la corolle est flétrie et que les ovules sont fécondés, la paroi ovarienne présente des changements très-notables et dans son apparence extérieure et dans sa structure anatomique. Examiné à l'œil nu ou armé d'un verre faiblement grossissant, le doublet n° 10 de la loupe montée d'Arthur Chevalier, par exemple, l'ovaire présente vers la moitié de sa hauteur, une ligne circulaire et transversale assez nettement indiquée et qui marque le lieu précis où se fera la déhiscence (Voy. fig. 5, pl. XII). Au-dessous de cette ligne, sur des fleurs conservées dans de l'alcool mélangé d'eau par parties à peu près égales, la paroi ovarienne est moins rigide, plus flasque et inégale comme si elle avait une tendance à rentrer en dedans. Au-dessus de la ligne, au contraire, cette paroi paraît plus rigide, elle est lisse, et comme tendue ; elle fait comme une légère saillie, ou comme un semblant de bourrelet au niveau de la ligne de déhiscence, ce qui la dessine très-nettement et marque une séparation assez précise entre les deux portions que nous venons de considérer.

Si nous faisons une coupe longitudinale comme celle de tout à l'heure, nous trouverons, dans la structure anatomique, l'explication de cette apparence extérieure. Aussi cette coupe doit-elle être examinée dans les trois portions suivantes : 1° au-dessous de la ligne de déhiscence ; 2° au-dessus de cette ligne ; 3° au niveau de la ligne elle-même (fig. 6 et 7).

1° Au-dessous de la ligne de déhiscence, la paroi ovarienne est composée à peu près de la même façon que celle que nous avons étudiée tout à l'heure. Les deux épidermes y sont encore plus nettement indiqués ; l'extérieur est formé d'une seule couche de cellules plus allongées dans le sens transversal que dans le sens longitudinal. L'intérieur est également formé d'une seule couche de cellules aussi plus larges que longues, mais cependant plus carrées que les précédentes. Entre ces deux épidermes, se trouve un parenchyme cellulaire généralement formé de huit

couches de cellules rectangulaires à angles plus ou moins arrondis et logeant quelques faisceaux trachéens dans leur intervalle. Le nombre des couches est le même que dans la préparation précédente. Cet examen nous montre immédiatement que pendant le passage du bouton à la fleur épanouie, la paroi ovarienne inférieure s'est à peine modifiée, elle n'a fait qu'agrandir ses cellules sans changer beaucoup ni leur forme ni l'épaisseur de leurs parois. C'est qu'en effet, comme nous le verrons tout à l'heure, cette partie du péricarpe joue un rôle tout à fait passif dans le phénomène de la déhiscence.

2° Au-dessus de la ligne transversale, la paroi ovarienne possède une plus grande épaisseur due à la présence d'un plus grand nombre de couches cellulaires qu'il est assez difficile d'évaluer, car elles ne forment plus des files longitudinales comme dans la portion inférieure. Cette partie de la paroi ovarienne est toujours limitée par deux surfaces épidermiques, l'une interne, l'autre externe, qui se présentent avec un aspect tout différent. A l'extérieur, l'épiderme consiste en une seule couche de cellules à peu près carrées ou légèrement aplaties transversalement (Elles portent quelquefois, mais assez rarement cependant, des poils multicellulaires formés de quatre ou cinq cellules de forme souvent variable). Les parois de ces cellules épidermiques présentent déjà, dès cette époque si éloignée de la maturité de la capsule, une épaisseur au moins double de celle qu'elles possédaient dans la fleur en bouton. L'épiderme intérieur est surtout remarquable parce qu'il est formé de plusieurs couches, généralement trois, et que c'est tout à fait en dedans de ces couches que se trouvent les trachées, représentant le faisceau fibro-vasculaire. Une autre particularité de cet épiderme interne, c'est que ces trois couches ne se rencontrent point dans toute l'étendue de ce qui formera le couvercle de la pyxide. Près de la ligne de déhiscence, la couche est unique, et c'est en s'éloignant de ce point qu'apparaissent successivement la deuxième et la troisième. Ces différentes couches se reconnaissent très-facilement à leurs cellules à peu près rectangulaires, disposées en files longitudinales et à parois blanches, brillantes, nacrées et déjà épaissies qui les distinguent très-nettement des cellules parenchymateuses comprises entre les deux surfaces épidermiques interne et externe.

Nous pouvons donc conclure maintenant que les deux ou trois files longitudinales de cellules placées le long de la surface interne de l'épiderme intérieur, présentaient déjà dans la fleur en bouton la différenciation qui devait, en s'accentuant plus tard, les transformer en couches de renforcement de cet épiderme.

Les cellules parenchymateuses comprises entre ces couches épidermiques sont polyédriques, à parois minces et à cavité beaucoup plus grande

que celles des deux épidermes. Un coup d'œil sur les figures 6 et 7 (pl. XII) en apprendra plus que toutes les descriptions.

3° Au niveau de la fente transversale et circulaire, on voit très-nettement la partie supérieure de la paroi ovarienne déborder en dedans et en dehors la partie inférieure de cette même paroi, de sorte que, sur la coupe microscopique comme à l'œil nu, le point précis où se fera la déhiscence est déjà très-nettement marqué. A ce niveau, constatons tout de suite, comme caractère général, une diminution notable dans la taille de toutes les cellules, aussi bien celles des deux épidermes que celles du parenchyme. Ces dernières sont globuleuses ou sphériques, à cavité étroite et à membrane déjà passablement épaisse, mais susceptible de s'accroître encore d'avantage. Les deux épidermes se rejoignent à celui des deux autres portions par des cellules qui, tout en conservant leur caractère épidermique, deviennent d'autant plus petites qu'elles se trouvent plus près de la ligne pour ainsi dire mathématique où se fera la déhiscence. Ce sont ces petites cellules à parois déjà épaisses, mais qui s'épaissiront encore davantage, qui joueront avec les cellules épaisses des deux épidermes, surtout celles de l'interne, le rôle le plus important dans le phénomène de la déhiscence, comme on le verra tout à l'heure.

Examinons maintenant la capsule quand elle approche de la maturité, c'est-à-dire quand la fécondation s'est effectuée déjà depuis un certain temps, mais cependant avant qu'elle soit encore sur le point de s'ouvrir. A l'œil nu, sans le secours d'aucun instrument grossissant, nous remarquerons immédiatement la ligne circulaire et transversale et nous distinguerons par cela même ce qui deviendra le couvercle de la portion qui restera adhérente au pédoncule. Faisons remarquer que cette fente qui tout à l'heure était située à égale distance de la base et du sommet de l'ovaire, se trouve maintenant reportée beaucoup plus près de ce dernier, et que ce phénomène ira s'accentuant de plus en plus jusqu'à la maturité complète. Le bourrelet dont il a été question plus haut et qui est situé au niveau de la ligne de déhiscence est beaucoup plus accentué; il fait une démarcation très-nette entre les deux parties de la capsule.

Sur une coupe longitudinale et transversale, semblable aux deux précédemment étudiées, nous allons constater (fig. 7, pl. XII) de telles modifications dans les tissus qu'elles nous permettront de saisir facilement le procédé imaginé par la nature pour amener cette déhiscence si curieuse des Jusquiames. Comme tout à l'heure, il est nécessaire d'étudier cette préparation dans les trois parties suivantes : 1° dans la portion située au-dessous de la ligne de déhiscence; 2° dans la portion située au-dessus de cette ligne; 3° au niveau de cette ligne elle-même.

1° Au dessous de la ligne de déhiscence, nous retrouvons la paroi

ovarienne qui bientôt sera paroi capsulaire, si toutefois nous ne devons pas lui donner déjà ce dernier nom, avec le même nombre de couches cellulaires peu modifiées dans leur forme, leur apparence. Nous n'en dirions pas plus s'il n'était nécessaire de constater avec le plus grand soin que ces cellules conservent leurs parois minces, flexibles et n'ayant subi aucun épaississement. Aussi toute cette portion inférieure de la capsule est-elle très-mince et peut-elle se déformer et se déprimer avec la plus grande facilité.

2° Au-dessus de la ligne de déhiscence, le phénomène qui apparaît immédiatement est tout à fait inverse. Les cellules épidermiques, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, ont beaucoup épaissi leurs parois, aussi leur cavité a-t-elle considérablement diminué. L'épiderme intérieur est formé de trois couches de ces cellules à parois fortement épaissies et qui descendent toutes presque jusqu'au niveau de la ligne de déhiscence. Entre ces deux couches épidermiques, nous retrouverons le parenchyme déjà étudié avec les cellules dont la cavité s'est agrandie, mais dont la paroi s'est peu épaissie. Toute la portion qui formera le couvercle, y compris celle que nous allons étudier au niveau de la ligne de déhiscence, forme donc, grâce à l'épaisseur et à la solidité des deux couches épidermiques surtout de l'interne, un tout rigide, dur, très-difficilement déformable et capable de résister à un choc et à une pression vigoureux sans se rompre ni se déformer.

3° Au niveau de la ligne de déhiscence ou plutôt dans la portion située immédiatement au-dessus de cette ligne, et qui fera partie du couvercle, nous allons voir plus marqués encore les phénomènes que nous avons signalés tout à l'heure. Les deux épidermes ont considérablement épaissi les parois de leurs cellules, au point que celles-ci ne présentent plus que des cavités fort rétrécies. Cet épaississement considérable a continué en même temps dans les petites cellules sphériques ou globuleuses qui se montrent avec une cavité plus ou moins irrégulière ou sinueuse et une paroi très-épaisse dans laquelle on distingue très-facilement la ligne de substance dite à tort intercellulaire qui sépare deux cellules contiguës. Du côté interne, cette masse de petites cellules épaisses et résistantes est en de certains endroits séparée de l'épiderme interne par le faisceau de trachées qui passe en ce point de la partie inférieure de la capsule dans le couvercle. Ces petites cellules à parois si épaisses sont donc là immédiatement en contact avec les cellules à parois très-minces qui se trouvent situées juste au-dessous de la ligne de déhiscence. On conçoit donc très-bien que si quelque effort ou quelque traction est exercé à ce niveau, les cellules épaisses résisteront, tandis que les parois minces et délicates des autres cellules se déchireront avec la plus grande facilité.

Étudions maintenant ces mêmes parties lorsque la déhiscence vient de s'effectuer et nous aurons tous les éléments nécessaires pour en bien saisir le mécanisme. Nous suivons toujours la même division.

La partie inférieure de la capsule, celle qui contient les graines avec la cloison et les placentas, nous présente une sorte de marmite ou plutôt de dé à coudre rattaché au pédoncule par sa partie inférieure l'ouverture regardant en haut. Cette dernière comparaison est d'autant plus juste que la surface paraît criblée de fossettes comme la surface du dé. Ce n'est là toutefois qu'une apparence due à la minceur de la paroi capsulaire et à la pression que les petites et nombreuses graines de la Jusquiame exercent contre sa surface interne.

Une coupe longitudinale de cette mince paroi (fig. 9, pl. XII) nous permettra de constater qu'à part les deux épidermes dont les cellules ont considérablement épaissi leurs parois, au point de diminuer beaucoup leur cavité, surtout du côté interne et de la rendre sineuse et irrégulière du côté externe, toutes les cellules du parenchyme ont conservé leur minceur antérieure. Par suite de la dessication et de la résorption ou de l'emploi de tous les matériaux contenus à leur intérieur, elles sont devenues flasques et plus ou moins plissées. Cette structure histologique nous explique donc parfaitement que cette portion de la capsule doit sa souplesse et sa grande facilité de déformation à ce fait que les cellules parenchymateuses qui la composent, à l'exception de deux couches épidermiques, conservent des parois minces et non épaissies.

Un coup d'œil jeté sur les figures 13 et 14, planche XII, montrera les modifications profondes subies par les deux couches épidermiques pendant le passage de l'ovaire à l'état de capsule. Ces cellules qui, au début, étaient anguleuses et polygonales, se présentent avec les contours sineux que l'on rencontre si fréquemment sur l'épiderme des feuilles d'un grand nombre de dicotylédones. Mais tandis que dans l'épiderme extérieur ces cellules sinueuses ont une paroi possédant partout la même épaisseur celles de l'épiderme intérieur ont au contraire une épaisseur variable formée d'amincissements et de renflements alternatifs et plus ou moins irréguliers. Ces parois rappellent celles qu'on rencontre dans les cellules de l'albumen de beaucoup de monocotylédones.

La coupe longitudinale du couvercle nous montrera arrivées à leur degré le plus avancé les modifications qui étaient tout à l'heure en voie de s'accomplir. Les cellules épidermiques des deux faces ont continué d'épaissir leurs parois qui sont ainsi arrivées au maximum de solidité et de résistance. Il en est de même des petites cellules globuleuses dont la paroi atteint presque le diamètre de la cavité. Le couvercle forme donc un tout dur, épais, rigide et très-résistant. Et si on compare la partie inférieure de la capsule à la feuille de papier d'un cahier, on peut com-

parer tout aussi justement le couvercle au carton qui en forme la reliure.

Conclusion. — Maintenant que nous avons suivi pas à pas les modifications qui se sont accomplies dans les différentes parties de l'ovaire pendant qu'il passait progressivement à l'état de capsule, il nous est facile de nous rendre compte de la manière dont le couvercle se détache de la marmite, pour permettre à celle-ci d'épancher ses graines au dehors et de les disséminer.

Toutes les cellules qui forment le parenchyme de la capsule, y compris les épidermiques sont au début riches en protoplasma et en amidon. Celui-ci est même très-abondant aux trois premières époques où nous avons examiné l'ovaire, tandis qu'à la quatrième, c'est-à-dire après la déhiscence, le protoplasma et surtout l'amidon ont disparu. Ils ont servi à agrandir les cellules et à effectuer les changements que nous avons signalés dans l'épaississement des parois cellulaires.

Plus on approche de l'époque de la maturité, moins la vie de ces cellules est active, on peut même dire qu'elle a cessé au moment de la déhiscence. La cellule ne représente plus alors qu'un cadavre, qu'un squelette soumis à toutes les influences du monde extérieur contre lesquelles elle ne pourra plus réagir. Parmi ces influences, celle qui se fera le plus sentir sera la sécheresse qui enlèvera successivement l'eau contenue dans les cavités ou imprégnée dans les parois de ces cellules. A un moment donné, les parties solides et principalement les parois restent seules. La dessiccation continuant ainsi de se faire sentir de plus en plus, agira avec une très-grande intensité sur la portion inférieure du péricarpe et la réduira à l'état de membrane mince, peu résistante et flexible qui, se déformant avec la plus grande facilité, sera tiraillée en tous sens par les plissements opérés à sa surface et cédera nécessairement sur son point le plus faible, c'est-à-dire au niveau du couvercle, là où les cellules à parois minces et peu résistantes sont immédiatement en contact avec celles à parois épaisses et très-solides. La dessication qui se fait également sentir sur le couvercle ne contribue qu'à rendre celui-ci plus dur, plus résistant et plus difficile à déformer. Il s'en suit donc qu'à la suite de ses tiraillements, la portion inférieure de la capsule sera complétement détachée du couvercle devenu tout à fait libre et que le moindre vent, le moindre effort suffira à le faire tomber. Pour obtenir ce but, il faut cependant encore une autre condition, c'est que la cloison qui divise la pyxide en deux loges et qui est fixée au sommet du couvercle s'en détache également. Cette cloison se brise en effet à une petite distance du couvercle et la rupture a lieu probablement alors que celui-ci déjà séparé sur toute sa circonférence, oscille à droite et à gauche avant de tomber définitivement. Ces observations ont été faites sur l'*Hyoscyamus albus*.

*Comparaison du mécanisme de la déhiscence de la pyxide des jusquiames avec celui de l'*ANAGALLIS ARVENSIS *et des Plantains.*

Dans les trois pyxides examinées jusqu'ici, celles de l'*Anagallis arvensis*, des Plantains et des jusquiames, nous voyons ce mode particulier de déhiscence amenée par une structure anatomique particulière. Dans les trois cas, certaines cellules se modifient, changent plus ou moins de forme et acquièrent définitivement une grande épaisseur de paroi, pendant que d'autres restent constamment minces. Dans les Plantains et les Jusquiames, la déhiscence est produite par une sorte d'antagonisme entre les cellules à parois épaisses et celle à parois minces, dans l'*Anagallis arvensis,* au contraire, les cellules de l'anneau sont toutes également épaisses et leur rupture ne peut s'expliquer par cet antagonisme, aussi avons-nous vu que leur séparation avait lieu d'une façon toute particulière au niveau de cette substance dite intercellulaire qui unit ou sépare, comme on voudra, deux cellules adjacentes. Dans ce dernier cas, il n'y a pas, comme dans les deux autres, de rupture à proprement parler mais une séparation à la fois très-nette et très-curieuse.

EXPLICATION DES FIGURES

PLANCHE XII

Fig. 1. — Ovaire de la fleur en bouton.

Fig. 2. — Coupe longitudinale de cet ovaire, montrant l'épaisseur de sa paroi, la cloison, les placentas et les ovules.

Fig. 3. — Coupe plus grossie de cette paroi ovarienne montrant la disposition des cellules.

Fig. 4. — Portion plus grossie de la coupe precédente et montrant la disposition des cellules dans la partie de la paroi ovarienne où se fera plus tard la déhiscence.

Fig. 5. — Ovaire de la fleur épanouie. La ligne de déhiscence déjà visible est située vers le milieu de la longueur de l'ovaire.

Fig. 6. — Coupe longitudinale d'une portion de la paroi de cet ovaire représentant les tissus situés au niveau, au-dessus et au-dessous de la ligne de déhiscence.

Fig. 7. — Même coupe dans un fruit plus âgé.

Fig. 8. — Capsule mure et prête à s'ouvrir. La ligne de déhiscence se trouve située dans le quart supérieur.

Fig. 9. — Coupe longitudinale de la partie du couvercle située immédiatement au-dessus de la ligne de déhiscence.

Fig. 9'. — Coupe longitudinale de la portion inférieure de la pyxide située immédiatement au-dessous de la ligne de déhiscence.

Fig. 10. — Cellules scléreuses du couvercle formant dans la partie de la pyxide située au-dessus de la ligne de déhiscence un anneau solide et résistant. Ces cellules sont situées entre les deux épidermes.

Fig. 11. — Epiderme extérieur de l'ovaire représenté fig. 1.

Fig. 12. — Epiderme intérieur de ce même ovaire.

Fig. 13. — Epiderme extérieur de la capsule représentée fig. 8.

Fig. 14. — Epiderme intérieur de cette même capsule.

M. Charles BLONDEAU

DE LA RESPIRATION CHEZ LES VÉGÉTAUX ET DE LA CHALEUR VÉGÉTALE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. Blondeau, avec tous les physiologistes contemporains, admet l'identité de la respiration chez les animaux et les végétaux. Il rapporte des expériences personnelles desquelles il croit pouvoir conclure que « la chaleur végétale est produite par l'alcool engendré dans l'économie ».

M. E. MUSSAT

Professeur de botanique à l'école de Grignon.

OBSERVATIONS SUR QUELQUES PLANTES DU GROUPE DES INULÉES.

— *Séance du 27 août 1878.* —

La délimitation des genres se montre d'autant plus difficile à établir qu'il s'agit de subdiviser des groupes plus naturels. Tout le monde sait, par exemple, à quelles fluctuations ont été et sont encore soumises la plupart des coupes génériques dans la famille des Crucifères. Ces plantes semblent ne constituer, à peu d'exceptions près, qu'un genre immense qu'on a dû fractionner pour faciliter l'étude, mais dont les subdivisions, il faut bien le reconnaître, présentent souvent le caractère de l'arbitraire en même temps que de l'indécision. Nous n'en voulons pour preuve que la facilité avec laquelle telle ou telle espèce a pu être, pour ainsi dire, promenée d'un genre à l'autre sans qu'il paraisse, en somme, possible de trouver des raisons péremptoires pour se prononcer d'une manière absolue en faveur d'une classification à l'exclusion des autres.

Ces difficultés se trouvent accumulées à chaque pas de l'étude des Composées. Les caractères les plus divers, et souvent les plus futiles, y ont été tour à tour invoqués pour la fixation des genres ; mais la grande uniformité de constitution de la fleur et du fruit a rendu inutiles les efforts de maints auteurs illustres qui se sont succédés dans cette tâche ingrate.

Si l'on se voit, dans les cas dont il s'agit, obligé d'admettre, faute de mieux, des caractères de médiocre importance, encore est-il indispensable que ces caractères répondent à des faits bien démontrés. Il peut en effet arriver qu'une observation incomplète fasse croire à des particularités d'organisation qui n'existent point en réalité; erreur d'autant plus dangereuse qu'elle émane de savants plus autorisés.

Les quelques observations qui suivent pourront servir, nous l'espérons, à rectifier une erreur de cette nature.

Le genre *Inula*, tel que Linné l'avait établi, a subi ultérieurement des remaniements nombreux.

Il a reçu certaines espèces que l'illustre Suédois plaçait parmi ses *Erigeron*; il en a perdu un bon nombre qui ont été élevées au rang de genres distincts. C'est ainsi, pour ne citer que quelques exemples de ces vicissitudes, que Mérat a formé le g. *Corvisartia* avec l'Aunée officinale dont l'akène est tétragone et relevé de côtes fines longitudinales; Gaertner le g. *Pulicaria* pour les espèces dont le fruit, également cannelé, a une forme à peu près cylindrique.

Enfin, MM. Grenier et Godron, dans leur *Flore de France*, ont distrait de ce groupe de plantes deux espèces, les *Inula graveolens* Desf. et *I. viscosa* Ait. (1), pour en composer un genre nouveau auquel ils ont donné le nom de *Cupularia*. Pour ces deux savants auteurs, les caractères essentiels des *Cupularia* sont d'avoir les « *akènes cylindriques, oblongs, dépourvus de côtes, contractés au sommet en col extrêmement court; une aigrette double, l'externe courte, membraneuse, disposée en forme de cupule très-finement crénelée sur les bords; l'interne formée d'un seul rang de poils brièvement ciliés.* »

Un genre basé sur de tels caractères pourrait constituer une sorte d'intermédiaire entre les *Pulicaria* de Gaertner et les *Jasonia* de de Candolle, et la place que les auteurs de la *Flore de France* ont assignée à leur *Cupularia* semble montrer que telle a été leur manière de voir, laquelle se trouve suffisamment justifiée si l'on attribue une valeur générique aux caractères tirés de la constitution de l'aigrette. La tribu des *Inulées*, telle qu'ils l'admettent, se trouve en effet constituée par cinq genres, dont les deux premiers, *Corvisartia* Mér. et *Inula* L., possèdent une aigrette simple, tandis qu'elle est double dans les trois autres: *Pulicaria* Gaertn. *Cupularia* Gren. et Godr., *Jasonia* DC. Dans tous les trois l'aigrette interne est formée d'une rangée de poils allongés; mais l'externe est courte, coroniforme, et irrégulièrement fendue dans le premier; courte également dans le troisième, mais formée de poils

(1) Linné les rangeait parmi les *Erigeron*.

fins et raides. Nous avons déjà dit quelle constitution les auteurs du g. *Cupularia* attribuent à cet organe.

Sans vouloir discuter ici la question de savoir s'il est juste d'attacher une importance aussi décisive à l'aigrette des Composées, examinons si les caractères attribués au genre dont il s'agit sont fixés d'une manière incontestable.

Si, après avoir saisi par son extrémité libre le bouquet de soies qui surmonte un fruit mûr de *Cupularia*, on exerce une légère traction, il se laisse enlever tout d'une pièce. L'akène se montre alors comme couronné par une petite coupe aplatie, dont le bord présente une rangée de corpuscules arrondis et un peu gibbeux du côté extérieur. C'est là ce qui constitue, d'après MM. Grenier et Godron, l'aigrette externe. Quant à l'interne, elle serait représentée par les poils, assez peu nombreux, du reste, enlevés par l'opération précédente.

Nous croyons que ce n'est là qu'une apparence.

Quand, en effet, on cherche à découvrir, au moyen d'un grossissement suffisant, la cicatrice d'insertion de cette aigrette interne, on ne peut y parvenir, et il est au contraire facile de voir que tout l'intérieur de la petite coupe ne porte que la cicatrice de la corolle, et vers son centre la base indurée du style sous forme d'une petite éminence conique.

Si on renouvelle l'observation sur un fruit moins avancé en âge, il devient impossible de détacher d'une seule pièce l'aigrette dont les poils se rompent à des hauteurs inégales, et on constate ce qui suit. (*Voy*. Pl. XIII.)

L'aigrette de ces plantes est en réalité simple, mais les soies qui la constituent ont une organisation spéciale. Chacune d'elles, au lieu d'être régulièrement conique, comme c'est le cas le plus habituel, présente à sa base un épaississement assez considérable, prononcé surtout du côté extérieur. On dirait une sorte de bulbe insymétrique, vers le bord interne duquel le poil serait implanté. Jusqu'au moment de la maturité, la résistance des tissus étant à peu près égale partout, une traction suffisante détermine la rupture de l'organe en un point indéterminé de sa longueur. Quand le fruit est mûr, il n'en est plus de même. Une diminution considérable dans la résistance se produit au point d'union du poil avec le bulbe, et y détermine une sorte d'articulation ; c'est là que s'effectuera dorénavant la séparation sous le plus léger effort.

Les crénelures qui se montrent au sommet du fruit comme étant en dehors de l'aigrette ne constituent pas, comme on le voit, un organe externe distinct de l'aigrette pileuse; elles ne représentent que la base indurée de celle-ci.

Si telle est l'organisation de ces parties, et des observations plusieurs

fois répétées ne nous ont laissé aucun doute à cet égard, il nous paraît légitime d'en tirer les conclusions suivantes :

1° La présence d'une aigrette double dans les *Cupularia* n'est qu'apparente. L'observation attentive montre que cet organe est simple, mais à la vérité d'une organisation particulièrement insolite, qui a pu induire en erreur des observateurs aussi habiles que les auteurs de la *Flore de France*.

2° L'établissement du genre *Cupularia* ayant pour base cette prétendue duplicité de l'aigrette, celui-ci ne saurait être maintenu.

La non-légitimité du genre en question une fois démontrée, il s'agit de voir quelle est la place à assigner aux deux espèces qui le composent.

Il résulte de ce que nous avons dit plus haut que, étant considérés comme légitimes, les g. *Pulicaria* et *Jasonia* (ce que nous ne discuterons pas), nos deux espèces ne sauraient y trouver place, puisqu'ils ont tous les deux l'aigrette double. Elles ne nous paraissent pas non plus devoir faire retour au g. *Erigeron* tel que le comprennent la plupart des auteurs modernes. Nous pensons qu'elles doivent revenir prendre la place qui leur avait été assignée parmi les *Inula*, dont elles ont en effet tous les caractères principaux. Seulement, l'absence de côtes sur le fruit et l'existence d'alvéoles assez profondes sur le réceptacle commun, autorisent peut-être la formation d'une petite section à part dans le genre Linnéen.

Après l'étude organographique qui nous a conduit aux déductions qu'on vient de lire, il nous reste à rechercher comment et à quel moment se forme l'épaississement basilaire de chaque poil de l'aigrette, quelle est la structure anatomique, et par quelles modifications passent ses éléments pour amener l'espèce d'articulation que l'on voit s'établir à la maturité du fruit.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII.

Fig. 1. — Akène de l'*Inula Pulicaria* L. (*Pulicaria vulgaris* Gaertn). L'aigrette est double.

Fig. 2. — Le même après la chute de l'aigrette interne. L'externe persiste et consiste en une cupule membraneuse déchiquetée.

Fig. 3. — Akène de l'*Inula dysenterica* L. (*Pulicaria* Gaertn). L'aigrette est double.

Fig. 4. — Le même après la chute de l'aigrette interne. L'externe est également membraneuse et persistante.

Fig. 5. — Akène de l'*Inula graveolens* Desf. (*Cupularia* Gren et Godr.). On voit chaque poil de l'aigrette qui est simple renflé à sa base en un petit tubercule saillant.

Fig. 6. — Le même après l'arrachement de l'aigrette. Les tubercules simulent une aigrette externe.

Fig. 7. — Coupe transversale du sommet de l'akène montrant la disposition de chaque épaississement tuberculeux.

M. H. BAILLON

Professeur à la Faculté de médecine de Paris.

SUR LA CONSTITUTION DE L'ANDROCÉE DES CUCURBITACÉES.

— *Séance du 27 août 1878.* —

Cette question est encore une de celles sur lesquelles les botanistes s'accordent le moins. Dans notre pays, deux opinions opposées sont en présence. L'une d'elles est en quelque sorte officielle; les arguments et les raisonnements abondent en sa faveur. Dans les ouvrages dits classiques, dans les cours ou sociétés savantes où règnent ce qu'on appelle les saines doctrines, on découvre à chaque instant quelques-uns de ces arguments favorables qui viennent s'ajouter à ceux qu'on possédait déjà. Ils ne suffisent pas cependant à convaincre tout le monde; il est probable qu'on en trouvera bientôt d'autres encore. L'autre manière de voir n'a pour elle que l'observation directe et exacte de faits qui sont simples et faciles à constater. Elle est admise dans quelques pays, mais chez nous, elle est complétement en défaveur. C'est elle que nous nous proposons de défendre dans ce travail, qu'il appartient à l'*Association française pour l'avancement des sciences* de mettre au jour.

Le monographe des Cucurbitacées, M. Naudin, dans un article spécial sur la structure de la fleur, a écrit en 1855, qu'il n'aurait rien à ajouter à ce que ses prédécesseurs immédiats ont dit de cette fleur, si « des erreurs qui remontent jusqu'à Linné, ne continuaient à se propager ». Le même auteur ajoute : « On lit, par exemple, dans les traités de botanique les plus récents, que les étamines des genres *Cucurbita, Cucumis, Ecbalium,* etc., sont normalement au nombre de cinq, mais que quatre d'entre elles sont soudées deux à deux, de manière que le verticille entier forme une triadelphie. Cette hypothèse est absolument gratuite; elle ne se fonde ni sur la structure des étamines, ni sur les rapports de ces organes avec les verticilles voisins. Plusieurs motifs me la font rejeter, et me portent à ne voir dans toutes les vraies Cucurbitacées qui me sont connues, à l'exception cependant du genre *Gronovia*, que trois étamines, et, plus exactement encore, que deux étamines et demie, le plus petit de ces organes n'étant qu'une moitié d'étamine, ou, si l'on aime mieux, une étamine qui ne s'est développée et n'est devenue pollinifère que d'un côté. » (*Ann. sc. nat.*, sér. 4, IV, 12). Après avoir exposé quelques preuves, selon lui, suffisantes, de la théorie qu'il admet, M. Naudin ajoute (p. 13) : « Nous devons donc regarder les deux grosses étamines des Cucurbitacées comme des organes simples, mais com-

plets, puisqu'ils sont formés de deux moitiés géométriquement symétriques l'une de l'autre, et la petite, toujours asymétrique, comme un organe réduit à une seule moitié prise dans le sens longitudinal ; » et plus loin, comme conclusion : « Les étamines sont réduites à trois, dont une n'est même développée qu'à moitié; elles représentent par conséquent un verticille incomplet, symétrique seulement avec les pièces constitutives de l'ovaire. » On voit que la manière de voir de M. Naudin a du moins le mérite d'être exposée d'une façon très-nette et qui ne laisse place à aucun doute.

Nous pensons qu'on peut dire, à l'inverse des assertions de M. Naudin, mais en employant ses propres expressions, que l'hypothèse des deux étamines et demie est absolument gratuite, que rien ne la justifie et que l'erreur est du côté de ceux qui ont modifié les opinions du temps de Linné. Cette erreur est chez nous adoptée, naturellement, par MM. Duchartre et Decaisne. Le premier dit (*Elém.*, éd. 2, 1124) de l'androcée des Cucurbitacées : « Étamines 3, dont 2 biloculaires et 1 uniloculaire, à anthères extrorses, linéaires, sinueuses. » Il est assez démontré par cette phrase qu'il n'a pas vu les étamines d'un grand nombre de Cucurbitacées exotiques ; il semble croire, en même temps, que les Nhandirobées auxquelles il attribue « cinq étamines, extrorses, à 1, 2 loges adnées s'ouvrant en long », peuvent par ce caractère se distinguer des Cucurbitacées proprement dites. M. Decaisne a, dans ses livres élémentaires, professé successivement les deux opinions les plus opposées sur le mode de composition de l'androcée des Cucurbitacées. Dans la *Flore des jardins et des champs*, il admet, en 1854, dans cette famille (p. 165) : « Étamines 5, insérées sur la corolle ou sur le calice, tantôt monadelphes, tantôt triadelphes, 4 étant soudées par paires, la 5e restant libre; ... anthères extrorses à 1 ou 2 loges linéaires. » Au contraire, en 1856, au moment où M. Naudin adopte l'opinion que « la fleur mâle des *Cucurbita* ne renferme pas cinq étamines, dont quatre soudées deux par deux, comme on l'avait généralement admis jusqu'ici, mais seulement deux étamines complètes et une demi-étamine, c'est-à-dire une étamine dont l'anthère n'a qu'une loge », M. Decaisne, revendiquant en quelque sorte la priorité dans cette question, adresse à la *Société botanique de France* (*Bullet.*, III, 36) la note suivante qu'il faut citer intégralement : « Voici d'ailleurs un fait qui vient à l'appui de cette manière de voir et qui lèverait tous les doutes, s'il en restait encore. M. Decaisne a observé, antérieurement à la note de M. Naudin, que chez une Cucurbitacée cultivée au Muséum sous le nom, peut-être impropre, de *Bryonia abyssinica*, les loges de l'anthère, au lieu de présenter ces sinuosités si caractéristiques dans la famille des Cucurbitacées, reprennent la forme ordinaire et simple de deux bourses oblongues réunies l'une à l'autre par l'inter-

médiaire du connectif, ce qui donne à l'anthère tout entière la plus grande ressemblance avec celle des Renonculacées et de cent autres familles. Mais ici aussi les étamines se réduisent à trois, dont deux seulement ont des anthères biloculaires et complètes, celle de la troisième restant uniloculaire par l'avortement d'une de ses loges. On est donc fondé à dire que chez les vraies Cucurbitacées (le *Gronovia* faisant exception), le verticille staminal est rigoureusement réduit de moitié. »

M. Duchartre, avec les idées qu'il exprime dans la dernière édition de ses *Éléments*, ne pourrait admettre que cette plante, dont les anthères « ont la forme ordinaire et simple de deux bourses oblongues », puisse appartenir à la famille des Cucurbitacées, puisque pour lui ces dernières ont toujours des anthères « sinueuses. » Nous verrons bientôt qu'il faut être extrêmement peu au courant de l'état actuel de la science, pour admettre encore en 1877, deux familles distinctes des Cucurbitacées et des Nhandirobées. M. Duchartre est d'ailleurs, comme de coutume, inexact en ce qui concerne l'organisation végétale, quand il donne la déhiscence longitudinale des anthères comme un caractère de ses Nhandirobées, car il réunit dans ce groupe les *Fevillea*, dont les anthères s'ouvrent « en long », et les *Zanonia*, dont les anthères s'ouvrent, au contraire, en travers, par une fente *horizontale*.

Plus récemment d'ailleurs, M. Duchartre s'est exprimé sur l'organisation de l'androcée des Cucurbitacées d'une façon moins ambiguë qu'il ne le fait d'ordinaire. M. Tison ayant dans une séance de la *Société centrale d'Horticulture* (sér. 2, XII, 702), exprimé l'opinion que les cinq étamines du *Thladiantha* prouvent « que le nombre cinq est normal pour l'androcée des Cucurbitacées », M. Duchartre a répondu que les fleurs du *Thladiantha* « offrent cinq étamines libres et distinctes les unes des autres; mais les anthères en sont uniloculaires, et quatre d'entre elles sont disposées en deux paires latérales, placées chacune *devant* un pétale et par conséquent ayant tout l'air de provenir de la séparation de deux loges qui, dans les autres Cucurbitacées, sont réunies pour former une seule étamine biloculaire et latérale. Il est donc permis de ne pas voir là une preuve de la théorie selon laquelle l'androcée des Cucurbitacées comprendrait normalement cinq étamines alternes avec la corolle. » On pourrait répondre à cela qu'il ne suffit pas, dans les sciences d'observation, qu'un fait « ait tout l'air » d'être vrai pour qu'il le soit en effet, et que c'est là la cause première de tant d'erreurs qui règnent dans la science. On croit que les choses sont parce qu'elles « ont tout l'air » d'être... et l'on se trompe du tout au tout. Mais aussi la phrase de M. Duchartre renferme une théorie nouvelle qui est bien de lui : celle de la « séparation des deux loges » qui seraient primitivement réunies; théorie qui est entièrement démentie par ce fait que M. Duchartre pourrait obser-

ver, s'il s'en avise jamais, que l'intervalle qui sépare les deux étamines d'une même paire va toujours, non en augmentant, mais en diminuant à mesure que la fleur se rapproche de l'état adulte.

On s'est beaucoup servi de l'organisation de l'*Actinostemma* pour expliquer la véritable structure de l'androcée, ou du moins ce qu'on croyait tel, dans les autres Cucurbitacées. M. Naudin (in *Ann. sc. nat.*, sér. 5, V, 39) décrit cet androcée de la façon suivante : « *In masculis et hermaphroditis stamina quinque æqualia, filamentis liberis, antheris ovalibus bilocularibus extrorsis.* » Il ajoute (p. 40) : « Le nombre quinaire des étamines, toutes à anthères biloculaires, dans les fleurs mâles et dans les fleurs hermaphrodites, nombre qui n'est qu'une rare anomalie dans les autres genres de Cucurbitacées, devient ici l'état normal »..... Plus loin encore, après l'exposé d'une théorie spéculative suivant laquelle « l'apparition des genres à ovaire adhérent serait postérieure à celle des genres où il ne l'est pas », et marquerait un progrès dans l'évolution de la famille, l'auteur conclut : « Partant de cette hypothèse, le genre *Actinostemma* serait une forme arriérée du type Cucurbitacé, et il est à remarquer que son verticille staminal, par le nombre des pièces qui le composent et par la simplicité de forme des anthères, concorde avec cette manière de voir. » J'ai connu un botaniste, d'ailleurs très-distingué et très-intelligent, pour qui cet exposé de l'organisation staminale de l'*Actinostemma* était tout à fait convaincant. L'*Actinostemma*, me disait-il, a cinq étamines à anthères biloculaires, ainsi que l'a établi M. Naudin. Dans les autres genres, l'organisation est la même au fond ; seulement, deux de ces étamines disparaissent, avortent en totalité. Une troisième perd la moitié de son anthère, toujours par avortement. Un autre m'affirmait que la distribution des faisceaux qui se rendent aux étamines était tout aussi convaincante. Il ne manque à toutes ces théories qu'une base solide, c'est-à-dire l'exactitude du fait matériel observé par M. Naudin. Les *Actinostemma* n'ont pas cinq anthères biloculaires, mais seulement cinq loges simples d'anthère, aussi bien que la plupart de nos Cucurbitacées vulgaires, et M. Hooker ne s'y est pas laissé tromper (*Gen.*, I, 839).

Après bien des essais infructueux, nous avons renoncé à déterminer par l'étude de la marche des faisceaux libéro-vasculaires le nombre réel des pièces de l'androcée des Cucurbitacées. De l'examen de ces faisceaux on peut, suivant les fleurs que l'on examine, tirer successivement des arguments, en apparence convaincants, en faveur de l'une ou de l'autre des théories en présence. On en pourrait même édifier sans peine une ou deux autres encore (1). M. de Lanessan a donné la raison du peu de

(1) On trouvera dans les *Bluthendiagramme* de M. Eichler (pp. 302, 317), ouvrage auquel nous renvoyons les botanistes qui veulent approfondir cette question au point de vue historique, l'exposé des opinions de M. Van Thieghem et de celles de l'auteur lui-même sur l'androcée des

valeur en pareille circonstance d'une semblable méthode, quand il a fait voir (*Bull. Soc. Linn. Par.*, 69) que « dans les Cucurbitacées, le sillon longitudinal de déhiscence est déjà profond, et la formation de pollen a commencé à se produire dans chaque logette,.... et qu'aucun faisceau n'existe encore ni dans la fleur, ni dans le court pédoncule qui la supporte ». C'est ultérieurement que les faisceaux se montrent, de bas en haut, dans la coupe réceptaculaire; et plus haut, c'est le mode même de disposition des appendices floraux qui détermine leur répartition. Le plus habile des botanistes italiens, M. Caruel, a présenté contre la valeur de la méthode des arguments analogues (*Giorn. bot. ital.*, XI), et qu'on n'a point rétorqués : « *Pero gli argumenti... sono tutti istologici, e non possono avere per coloro che come me non li ammettono in quistioni morfologiche, per la persuasione que le differenziazoni morfologiche sono anteriori e indipendanti dalle differenziazioni istologiche, le quali più volentieri si adatiano alle prime anzichè essere loro di norma.* »

Il nous restait donc comme critérium l'étude des développements; elle a été faite il y a plus de vingt ans, par Payer (*Organog.*, 441, t. 81, 92) qui a démontré, avec son talent ordinaire, que les étamines sont, dans la fleur mâle, « à l'origine, sauf dans le *Cyclanthera*, cinq mamelons distincts et alternant avec les pétales, » puis que « quatre de ces mamelons se groupent bientôt deux à deux, le cinquième restant isolé. Il résulte de là que chaque groupe de deux est superposé à un pétale et que le mamelon isolé reste seul alterne. » Ces faits n'ont pas été acceptés par ceux qui préfèrent les raisonnements et les « vues de l'esprit » à l'observation directe. Pendant qu'à l'étranger ils passaient presque partout dans le domaine de la science élémentaire, ils étaient repoussés chez nous comme « une hypothèse absolument gratuite ». Cette défaveur tient-elle à ce que l'observation du développement des étamines des Cucurbitacées, quoique n'offrant pas de difficultés insurmontables, est un peu plus difficile dans les fleurs mâles de la plupart de nos Cucurbitacées vulgaires que dans leurs fleurs femelles? Ou bien est-ce parce que, comme le disait Hofmeister, la botanique officielle a chez nous des dogmes dont il n'est pas prudent de s'affranchir? En 1860, nous avons essayé de faire voir comment, dans la fleur femelle de la plus commune de nos Cucurbitacées indigènes, le *Bryonia dioica*, l'étude du développement de l'androcée était plus facile et plus convaincante que partout ailleurs. Le passage relatif à cette évolution (*Adansonia*, I, 129) est demeuré, je crois, à peu près inaperçu de nos compatriotes. Ils ne l'ont point discuté, ils n'ont pas cherché à vérifier les faits que nous avancions. C'est pourquoi nous demandons la

Cucurbitacées. Cet ouvrage est de 1875, et naturellement M. Duchartre n'en fait aucune mention on devine pourquoi, quand il traite en 1877 des Cucurbitacées.

permission de le reproduire ici : « Les fleurs femelles des Cucurbitacées ne sont diclines que par avortement, comme disent les botanistes. Lorsque les étamines qui avortent d'ordinaire y prennent accidentellement tout leur développement, on a des fleurs parfaitement hermaphrodites, et beaucoup d'exemples en ont été cités, non dans les Bryones dont la fleur est peu volumineuse, mais dans les *Cucumis*, les *Cucurbita*, etc., où ces étamines anormalement fertiles sont bien plus faciles à apercevoir. Que l'on se défie donc de toute fleur qui porte des staminodes, car rien n'empêche que ceux-ci ne puissent devenir des organes fertiles. Mais, dira-t-on, la Bryone n'est point ordinairement décrite comme ayant des étamines stériles dans sa fleur femelle. Elles s'y trouvent pourtant, et elles occupent la même position que les étamines dans la fleur mâle. Elles sont peu visibles à l'état adulte, et elles n'existent indubitablement que pour celui qui a suivi tous les développements de la fleur.

Arrêtons-nous donc un instant à l'examen de cette période organogénique; nous en tirerons plus d'un enseignement, et nous y verrons que *c'est par l'étude de la fleur femelle qu'on peut surtout se prononcer sur cette question si controversée : les Cucurbitacées ont-elles cinq étamines ou seulement trois ? Fait singulier sans doute et bien inattendu, que l'étude de la fleur femelle résolve mieux que celle de la fleur mâle une question relative à l'organisation de l'androcée*. L'apparition du calice et de la corolle n'offre rien de particulier dans les Bryones. Les cinq pétales se montrent simultanément dans l'intervalle des sépales, et, après leur apparition, le réceptacle s'accroît d'une manière si inégale dans ses différentes parties, que son pourtour s'élève bien au-dessus de son sommet réel, et qu'il ressemble à une coupe circulaire. C'est alors sur les parois latérales de cette coupe, et en face des sépales, mais bien plus bas qu'eux, qu'on voit apparaître simultanément cinq mamelons hémisphériques, alternes avec les pétales, et nettement éloignés les uns des autres, de façon qu'il y a entre deux mamelons voisins un arc de cercle répondant au cinquième de la circonférence de la fosse réceptaculaire. Qui pourrait ne pas admettre qu'à cette époque, il y a dans la fleur femelle des Bryones, cinq sépales, cinq pétales libres et alternes avec les pétales, enfin cinq étamines libres et alternes avec les pétales ? Mais à partir de cette époque, l'accroissement des diverses portions de l'androcée s'opère d'une manière si particulière, qu'on voit l'espace qui sépare deux étamines voisines diminuer de plus en plus dans deux points de la circonférence de la fleur. Toutefois, celles des étamines qui se rapprochent ainsi l'une de l'autre pour former une paire, que plusieurs botanistes regardent comme une seule étamine biloculaire, ne se rejoignent pas complétement dans la fleur femelle, comme elles le font dans la fleur mâle. Les deux staminodes constituant une même paire restent

côte à côte sans s'unir, et l'on trouve par conséquent dans la fleur adulte cinq petites languettes dressées, insérées sur la gorge du réceptacle, et formant trois groupes, l'un constitué par un seul staminode, les deux autres chacun par une paire d'étamines stériles, rapprochées l'une de l'autre, mais non confondues. »

C'est ce déplacement des étamines qui viennent se réunir par paires devant deux des pétales que j'ai donné en 1876, comme un exemple *d'entraînement* des parties suivant un plan horizontal (*Comptes rendus Ac. sc.*, LXXXIII, 1151 ; *Adansonia*, XII, 101). Mais les botanistes officiels n'ont pas plus tenu compte du fait en 1876 qu'en 1860, et je n'ai même en le rappelant, inspiré qu'un geste de dédain au plus vain et au plus stérile d'entre eux.

Il faut donc combattre encore pour ce que nous croyons être la vérité, et avec d'autres armes, et dans un recueil qui, comme celui de l'*Association française*, est destiné à porter par tout le pays la lumière qu'on cache à Paris sous le boisseau de la centralisation la plus déplorable, la plus funeste à *l'avancement des sciences*. Là où l'anatomie est impuissante, où l'organogénie est dédaignée par nos botanistes dirigeants qui ne voudraient ou ne pourraient la faire, nous n'aurons recours, comme on va le voir, qu'à la méthode organographique qui nous conduira de proche en proche à la vérité. Nous partirons d'un point entièrement concédé par certains adversaires de notre manière de voir, et nous les forcerons, s'ils sont logiques, à confesser que l'androcée des Cucurbitacées, est, avec de très-légères modifications, partout semblable à lui-même.

Dans sa deuxième manière de voir au sujet de l'androcée des Cucurbitacées, M. Decaisne (*Trait. gén.*, 485) a accentué autant que possible les erreurs de ses prédécesseurs. Il distingue aussi nettement que possible, entre autres divisions de la famille des Cucurbitacées, un groupe où se voit un « androcée composé de deux anthères et demie, à loges flexueuses ou droites, » comprenant les *Cucurbita*, *Cucumis*, *Bryonia*, *Thladiantha*, etc. ; et un autre groupe à « cinq étamines » (*Actinostemma*). Ce sont ces étamines que plus haut il appelle « normales, » adoptant à ce sujet l'opinion de M. Naudin. On ne conçoit pas comment il a pu ne pas voir que l'androcée des *Actinostemma* est foncièrement organisé, à quelques nuances près, comme celui des *Thladiantha*. Dans l'un comme dans l'autre, et c'est là ce qui démontre facilement l'erreur de M. Duchartre, l'observation prouve qu'il y a cinq étamines à anthères uniloculaires et qu'elles sont primitivement toutes alternipétales, mais que quatre d'entre elles, au lieu d'occuper toujours leur situation première, sont entraînées deux à deux l'une vers l'autre. Seulement, au lieu d'arriver à se toucher ou même à s'unir, comme il arrive normalement dans nos Curcubitacées

vulgaires, elles ne font qu'une partie du chemin : un peu moins dans le *Thladiantha*, un peu plus dans l'*Actinostemma* ; mais ni dans l'un ni dans l'autre, elles n'arrivent à se confondre en un seul organe. Il faut ajouter que les étamines d'une même paire se tournent plus ou moins le dos, c'est-à-dire le connectif, de manière que leur anthère a finalement sa face dirigée un peu de côté. J'ajouterai, mais sans y beaucoup insister, parce que je crois que les monstruosités ne peuvent guère, ici plus qu'ailleurs, démontrer que ce qu'on sait déjà d'autre part, j'ajouterai que cet état normal des *Actinostemma* et des *Thladiantha* s'observe souvent, par suite d'une sorte d'arrêt dans l'évolution, chez les *Cucurbita*, *Cucumis*, etc. En 1861, plus d'une moitié des fleurs des Potirons cultivés au Muséum, présentait cinq étamines syngénèses équidistantes quant à l'insertion de leurs filets. L'état primitif avait donc persisté dans ces fleurs ; l'entraînement latéral ne s'était pas produit, ou bien il ne l'avait fait que d'une façon incomplète, car il y avait à cet égard des transitions entre les fleurs normales et celles dont les cinq filets étaient demeurés alternipétales. Il faut remarquer aussi que dans ces dernières la disposition des faisceaux libéro-vasculaires indiquait exactement la symétrie quinaire de l'androcée, car la disposition de ces faisceaux est la conséquence, et non le principe de celle des organes eux-mêmes.

Si donc la théorie des deux étamines et demie n'a pour s'étayer que l'existence de cinq étamines « normales » dans certains genres, tels que l'*Actinostemma*, elle perd aujourd'hui cet appui. Il lui en reste un second, mais tout aussi vacillant, dans l'organisation qu'on prête à l'androcée des Nhandirobées auxquelles M. Duchartre rapporte les *Fevillea* et les *Zanonia*, leur attribuant, comme nous l'avons vu : « étamines cinq, extrorses, à demi loges adnées, s'ouvrant en long. » M. Duchartre n'a certainement jamais observé les étamines de ses Nhandirobées, car il nous dirait dans quelles d'entre elles, les *Zanonia* ou les *Fevillea*, il a vu des anthères biloculaires. Examinons ces deux genres l'un après l'autre, et sans idée préconçue.

Dans la fleur mâle du *Zanonia indica*, il y a un réceptacle cupuliforme peu profond, et ses bords portent un calice et une corolle pentamères, puis, plus intérieurement, cinq étamines alternipétales, équidistantes, ayant chacune à peu près la forme d'un T, dont le filet, large et aplati, représenterait la branche verticale ; et l'anthère oblongue, à peine arquée, la branche horizontale. C'est tout le long du bord supérieur de cette dernière que se produit transversalement la ligne de déhiscence de la cavité unique de l'anthère. M. Duchartre pourrait-il voir là, dans cette plante, ses « demi-loges adnées s'ouvrant en long ? »

Dans les *Fevillea*, il est vrai, plusieurs auteurs anciens, entre autres Turpin, dans l'Atlas du *Dictionnaire des sciences naturelles*, ont repré-

senté des anthères qui semblent biloculaires. Plus récemment, MM. Bentham et Hooker ont aussi, dans leur *Genera plantarum* (I, 820), admis parmi les Cucurbitacées une tribu des *Fevilleæ*, qui aurait pour caractère : « *Stamina 5, filamentis liberis ; antheræ 2-loculares, loculis oblongis.* » Mais cette notion ne peut être conservée. Dans tous les *Fevillea*, notamment dans le *F. cordifolia*, l'androcée est formé de cinq étamines égales et équidistantes, alternipétales. Chaque filet porte sur son sommet dilaté une anthère extrorse, déhiscente par une fente à peu près verticale. Si l'on écarte les lèvres de cette fente unique, on pénètre dans une cavité unique, au fond de laquelle on trouve une très-légère saillie, formée par cet organe auquel M. Adolphe Chatin a fait jouer un rôle si extraordinaire, suffisamment indiqué par le nom de *placentoïde*, qu'il a créé exprès pour lui (1). On sait que cette saillie intérieure existe, plus ou moins prononcée, dans toutes les anthères uniloculaires des Cucurbitacées. Lors de la complète déhiscence, les deux moitiés de l'anthère s'étalent et forment une lame verticale sur la surface extérieure de laquelle on peut encore voir des grains de pollen. Mais l'anthère des *Fevillea* présente encore sur son dos une production saillante du connectif qui forme en dedans une plaque épaisse, parallèle à l'anthère étalée. Si l'on n'observe les parties qu'après la déhiscence, on est exposé à prendre pour deux cavités de loges latérales les deux angles vides qui sont interposés à droite et à gauche entre la plaque accessoire du connectif et la paroi d'une demi-loge étalée. Sont-ce là les deux loges de l'anthère, « adnées et s'ouvrant en long » qu'aurait observées M. Duchartre ? Qu'il y regarde de plus près et se détrompe : les *Fevillea* n'ont jamais, comme toutes les autres Cucurbitacées jusqu'ici connues de nous, et ce sera là notre conclusion, que des étamines à anthères uniloculaires. Dans ce genre et dans les *Zanonia*, elles ne sont pas déplacées de leur alternipétalie primitive ; dans les autres Cucurbitacées, elles le sont plus ou moins, et quatre d'entre elles se rapprochent complétement ou incomplétement deux à deux pour former ces paires qui, selon l'expression de M. Duchartre, ont « tout l'air de provenir de la séparation de deux loges. »

EXPLICATION DES FIGURES

PLANCHE XIV.

Fig. 1. — *Zanonia indica*. Fleur mâle, coupe longitudinale. On voit les anthères uniloculaires s'ouvrir par une seule fente transversale qui répond à leur bord supérieur.

(1) Dans le travail de l'auteur : *de l'Anthère*, on trouvera (p. 45) des renseignements qui lui appartiennent en propre sur le placentoïde, « organe » qui, croit-il, avant lui « n'avait pas encore été signalé », puis (p. 47) la « *Biologie des placentoïdes* », et aussi (p. 49) la « *Philosophie des placentoïdes* ». M. Adolphe Chatin a aussi énoncé sur la vrille des Cucurbitacées une découverte qui

Fig. 2. — *Zanonia indica*. Fleur femelle, coupe longitudinale. Les étamines, stériles et peu développées, au nombre de cinq répondent aux intervalles des pétales. Dans la loge ovarienne intéressée par la section se voit un ovule descendant, à micropyle extérieur. La corolle est valvaire, comme dans la fleur mâle.

Fig. 3. *Actinostemma tenerum*. Fleur mâle. Les cinq étamines sont à des distances inégales, et leur anthère extrorse est toujours uniloculaire.

Fig. 4. — Androcée de la même fleur d'*Actinostemma*. Quatre étamines à anthères uniloculaires se sont rapprochées deux par deux l'une de l'autre, mais demeurent indépendantes.

Fig. 5. — *Fevillea cordifolia*. Fleur mâle (de l'herbier de Kew), à cinq étamines alternipétales. Sur le milieu de la face interne de chaque pétale se voit un organe falciforme, décrit parfois comme un staminode.

Fig. 6. — Étamine de la même fleur, vue de dos pour montrer la plaque dorsale du connectif.

Fig. 7. — Étamine non ouverte, l'anthère extrorse coupée transversalement. On voi la loge unique de l'anthère, puis, derrière elle, la plaque dilatée du connectif.

Fig. 8. — Étamine après la déhiscence, l'anthère coupée transversalement. Les parois de la loge de l'anthère s'étalent pour venir s'appliquer à droite et à gauche contre la plaque dilatée du connectif.

MM. CORENWINDER et J. CONTAMINE

DE L'INFLUENCE DES FEUILLES SUR LA PRODUCTION DU SUCRE DANS LES BETTERAVES.

(EXTRAIT.)

— *Séance du 27 août 1878.* —

Le mémoire que nous avons l'honneur de présenter à l'Association a pour but de prouver que la richesse saccharine des betteraves est en rapport direct avec l'étendue en surface des organes foliacés de ces plantes.

Des expériences nombreuses poursuivies avec soin deux années de suite (1876 et 1877), dans les mois de septembre et d'octobre, nous permettent d'affirmer que cette loi ne souffre guère d'exceptions.

Il est essentiel toutefois, pour la mettre en évidence, d'opérer dans des conditions convenables. On ne peut comparer nécessairement, à ce point de vue, que des betteraves de même origine, venues dans le même

est bien de lui et de lui seul (*Comptes rendus, LXII, 33-36*), c'est : « qu'il n'y a aucun rapport d'origine entre la vrille et les racines ordinaires ; ce rapport existe, au contraire, entre la vrille et les racines adventives. »

champ ; cultivées, en un mot, dans des conditions absolument identiques.

Il importe aussi de prendre pour terme de comparaison des racines ayant des poids égaux ou très-rapprochés, car on n'ignore pas qu'à peu d'exceptions près, les betteraves de petites dimensions sont plus riches en sucre que les grosses.

Nous citons, dans notre mémoire, des betteraves de même poids, dont les richesses saccharines différaient de plus de 3 0/0. Aussi les plus riches avaient-elles des feuilles beaucoup plus étendues en surface que les autres.

Ces acquisitions nous ont conduit à déterminer les proportions du sucre contenu dans les feuilles elles-mêmes. Nous avons constaté que c'est particulièrement dans les nervures médianes des feuilles qu'on trouve ce principe immédiat, et qu'il y existe à l'état de glucose mélangée d'une faible quantité de sucre cristallisable (1). Dans les nervures secondaires, et surtout dans le parenchyme des feuilles elles-mêmes, la proportion de sucre est beaucoup moins considérable.

Nous ne prétendons pas absolument que la matière sucrée contenue dans les nervures des feuilles des betteraves soit élaborée directement dans ces organes. Nous discutons cette question dans notre Mémoire. Il n'en reste pas moins acquis par nos expériences que le carbone, fixé en raison du sucre formé dans la plante, est en relation de quantité avec la grandeur des feuilles, et comme il est facile de prouver que celles-ci puisent pendant le jour, dans l'atmosphère, des volumes d'acide carbonique d'autant plus considérables qu'elles ont plus de surface, il est rationnel d'admettre que le premier fait est la conséqueuce du second (2).

Quoi qu'il en soit, au point de vue pratique, nos expériences nous paraissent d'une haute importance. Elles prouvent qu'il importe, lorsqu'on se propose de créer des races de betteraves riches en sucre, d'éviter les espèces à petites feuilles. L'un de nous a déjà exprimé cette opinion, il y a longtemps, en s'appuyant sur des faits positifs. C'est, du reste, ce que pensent les praticiens exercés en cette matière.

(1) M. Dehérain a annoncé, il y a déjà longtemps, que les feuilles des betteraves renferment de la glucose et du sucre cristallisable.

(2) L'un de nous a prouvé, il y a plus de vingt ans, que la quantité de carbone que les feuilles acquièrent en assimilant l'acide carbonique de l'air est si importante qu'elle suffit pour justifier l'accroissement des plantes qui poussent avec le plus de rapidité.

M. SIRODOT

Professeur à la Faculté des sciences de Rennes.

SUR LE DÉVELOPPEMENT DES BATRACHOSPERMUM.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 27 août 1878. —

L'auteur expose que les genres *Chantransia* et *Batrachospermum* doivent être réunis en un seul, attendu qu'ils ne font que produire deux états différents d'un seul végétal. Le *Chantransia* n'est que la forme asexuée du *Batrachospermum*. M. Sirodot a vu le *Batrachospermum* pousser comme une ramification sur les *Chantransia*, et, dès qu'il apparaît, il s'entoure d'une substance mucilagineuse qui n'existe pas sur les filaments du *Chantransia*. L'auteur apporte de très-nombreux dessins à l'appui de son opinion, et expose toute l'évolution de la plante, depuis le début du *Chantransia* jusqu'à l'état adulte et fructifère du *Batrachospermum*.

M. MER

Garde général des forêts.

CONSIDÉRATIONS SUR L'APPARITION DE L'AMIDON ET DU SUCRE DANS LES FEUILLES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 28 août 1878. —

L'auteur insiste sur ce point que, pour mettre en évidence la genèse de la première de ces substances dans la chlorophylle des végétaux supérieurs, il est indispensable d'opérer sur des feuilles détachées, afin d'être à l'abri de l'intervention de l'amidon contenu dans les tissus de réserve. Les feuilles de lierre, pouvant vivre longtemps après la disparition de toute trace d'amidon, sont particulièrement favorables à cette recherche. Mais de ce que l'amidon apparaît sous l'influence de la lumière dans le grain chlorophyllien, il n'est pas démontré qu'il soit le résultat immédiat de l'assimilation. Si, dans la plupart des plantes, la chlorophylle crée de la matière amylacée avec plus ou moins d'activité, il en est quelques-unes où elle n'en renferme pas et d'autres où l'on rencontre de l'amidon sans chlorophylle (*Neottia nidus avis*) : ce qui montre que l'amylogenèse peut se produire sous des influences diverses.

Quant à la glycose, M. Mer en a rencontré en quantité plus ou moins grande dans les limbes de toutes les feuilles où il l'a cherchée. Il n'en a pas trouvé

dans les algues douces (*Spyrogyra*, *Zygnema*), mais il est possible qu'en opérant sur une plus grande quantité de matière cette exception rentre dans la loi générale. Aucune expérience d'ailleurs n'a encore établi si la glycose est le produit direct de l'assimilation ou même si elle dérive de l'amidon. En physiologie, il faut marcher pas à pas et n'édifier de théorie que pour susciter de nouvelles recherches. En cette question, comme en beaucoup d'autres, les premiers explorateurs se sont trop hâtés et ceux qui leur succèdent sont obligés de revenir en arrière pour consolider la route trop hâtivement établie.

M. J. POISSON

Aide-Naturaliste au Muséum d'histoire naturelle.

SUR LA COLORATION DES GRAINS DE MAIS.

— *Séance du 28 août 1878.* —

Dans un article intéressant paru en 1867, M. H. de Vilmorin (1) a publié des expériences fort curieuses, constatant l'action directe du pollen sur la plante fécondée, contrairement à la loi établie généralement et qui n'admet la manifestation de l'influence fécondatrice que sur la postérité, mais non sur la mère elle-même. Cependant on connaissait quelques faits analogues, mais en petit nombre, tels que celui du *Chamærops humilis* fécondé par le Dattier ; le croisement de plusieurs Cucurbitacées, etc., et dont les fruits auraient porté des traces de ressemblance immédiate avec l'espèce fertilisante. Ce qui rendait les expériences de M. de Vilmorin saisissantes, c'est qu'il avait opéré sur des Maïs dont les sujets étaient à grains blancs et que le croisement était fait par des fleurs mâles de Maïs donnant des grains colorés. En sorte que la teinte de ceux-ci tranchait nettement sur l'ensemble des épis à grains blancs.

C'est à la suite de ces expériences dont les résultats m'avaient frappé et en poursuivant mes recherches sur le siége de la matière colorée dans les graines (2) que je regardai de près les grains de Maïs colorés afin de constater si cette coloration du grain est superficielle ou si elle pénètre profondément.

Les deux téguments ovulaires qui dans les Graminées sont distincts à

(1) *Bull. Soc. bot. de France*, vol. XIV, p. 246.
(2) *Bull. Soc. bot. de France*, vol. XXIV, p. XII, 280 et vol. XXV, p. 47.

l'époque de la floraison, disparaissent en général assez rapidement peu de temps après. Dans le Maïs (1) chacun de ces téguments est composé de deux à quatre rangées de cellules délicates. Après l'anthèse, la compression et la résorption de ce tissu commence. Le tégument externe d'abord disparaît, puis l'interne le suit bientôt en ne laissant comme trace sur le grain mûr qu'une ligne de cellules comprimées sur laquelle s'applique immédiatement le péricarpe. Celui-ci concourt seul, comme cela se passe dans la plupart des graminées, à la formation de l'enveloppe du grain de Maïs. Cette sorte de fruit, comme on sait, a été nommée *cariopse* par Richard à cause de l'adhérence du péricarpe avec la graine.

Le tissu du péricarpe participe en général à la teinte du grain, et cependant quelquefois il y est étranger. La coloration est surtout localisée dans les cellules périphériques de l'albumen et qu'on nomme communément cellules à gluten. Ce sont ces cellules qui, formées les premières dans le sac embryonnaire, tapissent celui-ci sur un ou plusieurs rangs, suivant les genres, et dont j'ai constaté la présence dans toutes les Monocotylédonés que j'ai observés, ayant des graines pourvues d'un albumen amylacé et formé dans le sac embryonnaire.

Les granules azotés qui comblent ces cellules à gluten sont imprégnés à l'état adulte et surtout sur le grain sec de la matière colorante. L'eau dissous faiblement cette matière laquelle verdit par la potasse. Dans l'acide acétique, sa dissolution est rapide et la teinte devient carminée, en agissant sur des grains rouge brun par exemple. La coloration ne franchit jamais la zone à gluten et les cellules amylacées de l'albumen n'en présentent jamais la moindre trace.

Les Sorgho cultivés sous le nom de Dourra et qui fournissent également plusieurs variétés à cariopses diversement colorés, blancs, jaunes, rouges, noirs, etc., sont aussi dans le même cas. Il faut en conclure que le développement considérable de l'amidon dont les cellules centrales de l'albumen sont gorgées, s'étant fait aux dépens du plasma, celui-ci est réduit à une mince couche de ciment intercalée entre chaque grain, et son action étant déterminée, la matière colorante se trouve exclue de ces cellules à contenu amylacé ; tandis que dans les cellules dites à gluten, le plasma a dû conserver ses propriétés créatrices plus longtemps et la coloration s'y est formée à ses dépens.

(1) Kudelka. — *Ueber die Entwick und den Bau der Frucht und Sam. Cerealien.*

MM. Maxime CORNU et Charles BRONGNIART

ÉPIDÉMIE CAUSÉE SUR DES DIPTÈRES DU GENRE « SYRPHUS » PAR UN CHAMPIGNON « ENTOMOPHTHORA. »

— *Séance du 28 août 1878.* —

Dans une excursion faite le 7 septembre 1877 dans la forêt de Gisors (Eure), l'un de nous remarqua avec étonnement un certain nombre d'insectes morts sur les panicules de graminées poussant en touffes dans le chemin. La forêt de Gisors est située sur des terrains variés et intéressants au point de vue géologique. La partie supérieure appartient au calcaire grossier, et par places la couche de craie sous-jacente apparaît à la surface du sol. Le lit argileux, aux points où il affleure, rend la forêt assez humide dans certains endroits. On rencontre là ou aux alentours des plantes rares dans notre flore des environs de Paris, plantes qui rappellent le Nord; on y trouve, entre autres, le *Geum rivale*, l'*Actæa spicata*, l'*Aconitum Napellus*. Elle se couvre, dès l'été, de champignons nombreux, dont quelques-uns sont extrêmement rares, comme l'*Amanita prætoria* (1).

C'est dans une excursion dirigée particulièrement en vue de retrouver cette curieuse espèce que fut observé le fait que nous signalons.

Les graminées en végétation à cette époque tardive de l'année appartenaient toutes à la même espèce : c'était le *Molinia cærulea*, dont les longs chaumes atteignent 1 mètre, 1 m. 20 c. et même plus de hauteur. Le chemin couvert de cailloux offre une alimentation suffisante aux larges touffes qui, çà et là, le recouvrent presque entièrement.

Pour arriver jusqu'à ce point, il faut monter une côte qui regarde Bézu-Saint-Éloi et Saint-Paër, et le sol de la forêt de Gisors, qui fait suite aux bois de Saint-Paër, est situé à environ 20 mètres au-dessus des prairies humides qui l'environnent. Le sol est d'ailleurs argileux, et l'eau peut y séjourner l'hiver, de telle sorte que l'humidité ne fait pas défaut dans cette région; l'écoulement des eaux nécessite même un assez grand nombre de fossés profonds qui sillonnent la forêt dans divers sens.

Les insectes fixés sur les épis du *Molinia* étaient tous semblables; c'étaient des individus de la même espèce, des sortes de petites mou-

(1) Cette amanite fut découverte en septembre 1874, par MM. Charles Brongniart et Poisson. (Voir le Bulletin de la Société botanique de France, section mycologique, tenue à Paris pendant l'année 1876, page 294-X.) — Une peinture à l'huile très-exactement exécutée et donnée au Muséum d'histoire naturelle, est conservée dans les galeries de botanique. Depuis lors, cette espèce a été retrouvée chaque année à la même place.

Note ajoutée pendant l'impression : Cette année même (1878) on en a trouvé à la fin de septembre plus de six spécimens, dont quelques-uns dans un état remarquable de développement

ches, des diptères brachocères (*Aplocères*, *Tetrachœtes*, de la tribu des *Syrphides*) appartenant au genre *Syrphus*. Pour la détermination exacte de l'espèce, détermination qui n'est pas sans intérêt, comme on le verra plus loin, nous avons eu recours à l'obligeance de M. J. Bigot, entomologiste très-distingué, dont la compétence sur ce sujet est bien connue : c'est le *Syrphus mellinus*.

Ces Syrphes étaient accrochés par les pattes aux épillets nombreux et serrés du *Molinia*; quelques-uns présentaient encore quelques mouvements, mais la plupart avaient cessé de vivre. Ils étaient immobiles, les ailes étendues; le plus grand nombre, et c'était ce qui était le plus évident, offraient un aspect particulier : tandis que le thorax présentait une apparence ordinaire, l'abdomen était fortement gonflé et distendu; les anneaux, écartés les uns des autres, montraient des zones alternativement colorées et pâles; sur ces dernières on apercevait à la loupe comme une exsudation graisseuse.

Il fut facile à ces caractères de reconnaître immédiatement des *Entomophthora*, champignon parasite semblable à celui qui décime à l'automne les bataillons de la mouche commune, champignon qui détermine autour des mouches mortes et collées aux vitres une auréole blanche de spores.

Les épis des *Molinia* étaient littéralement couverts de ces insectes; nous avons compté plusieurs épis qui en présentaient chacun plus de cent cinquante; une véritable épidémie avait ainsi détruit les malheureux Syrphes.

Sur une longueur de plus d'un kilomètre se montrèrent des touffes de *Molinia*, les unes intactes, les autres chargés de cadavres; nous pûmes faire une assez ample provision d'épis couverts d'insectes morts.

Dans une circonstance analogue, M. Planchon constata une odeur sensible sur les individus tués par une espèce d'*Entomophthora* qui avait frappé de mort par centaines les pucerons de la vesce cultivée, odeur qu'il compara à celle du poisson altéré.

C'est la première fois, et la seule, que nous ayons constaté l'existence de *Syrphus* morts et demeurés suspendus aux épis du *Molinia*, et nous pouvons affirmer que ce fait n'est pas commun. Dans ses excursions, l'un de nous, depuis bien des années, recueille tous les ans les sclérotes du *Claviceps microcephala*, que le *Molinia cœrulea* porte d'ordinaire en abondance, de sorte que cette graminée attire toujours ses regards.

Il faut dire, en outre, que par le fait de cette accumulation d'insectes, le port et l'apparence de la graminée étaient complétement modifiés : au lieu d'être rectilignes et divergents à partir de la base, les chaumes étaient notablement arqués, surtout à leur extrémité; les rameaux secondaires de la panicule d'ordinaire étroitement réunis, étaient écartés de l'axe et se courbaient sous le poids; la présence de tous ces insectes

donnent à l'ensemble une apparence différente, et nous affirmons que cette différence aurait frappé les regards beaucoup plus que la modification très-faible imprimée par quelques sclérotes, dont l'influence est déjà bien sensible.

Jamais aucun de nous et de nos amis, notamment M. E. Roze, compagnon habituel de nos excursions, n'avait vu rien de semblable.

A quoi attribuer ce fait? Nous ne saurions faire que des hypothèses sans valeur, et nous laissons la chose dans le doute. Les années humides, l'*Entomophthora muscæ* est plus abondant sur la mouche commune, l'humidité du bois a peut-être cette année-là amené une recrudescence de la maladie, d'ordinaire sans doute plus restreinte. Quoi qu'il en soit, il est important de signaler la destruction de nos espèces sylvicoles les plus communes. Si les Syrphes détruisent à l'état de larve, pour leur nourriture, un nombre considérable d'autres insectes, ces Syrphes peuvent être à leur tour décimés sur une échelle énorme par un champignon parasite qui en fait périr des milliers.

En effet, la forêt est couverte de *Molinia* au voisinage du point que nous avons parcouru, et il est probable que les insectes qui se montraient dans le chemin et dans la région voisine, étaient également communs dans toutes les parties dégarnies du bois, qui s'étend sur un grand espace.

On conçoit alors sur quel nombre énorme d'insectes ce champignon a pu porter la destruction.

Les insectes avaient choisi ces herbes à l'exclusion des basses branches des arbres et des ronces bordant çà et là les fossés, parce qu'elles étaient situées dans un endroit découvert, suivant l'instinct qui les porte à préférer un lieu de repos sur les brins d'herbes élevés et isolés; ils avaient gagné en général le sommet des épis, parce que de là ils peuvent mieux surveiller les alentours; puis, fatigués et alourdis par la maladie, ils s'étaient fixés par les crochets des tarses de leurs pattes aux poils et aux stries des glumelles; ils étaient morts et étaient ainsi demeurés suspendus.

Cet *Entomophthora* ne put être étudié vivant; nous faisions une excursion définitive la veille d'un départ. Les échantillons furent serrés dans un rouleau de papier et ne purent être examinés au microscope que plusieurs jours après.

Nous avons reconnu les sporanges sphériques contenant dans l'intérieur la spore en forme de toupie d'Allemagne; et il semble que nous avions affaire à l'*Entomophthora muscæ*.

Ce n'est pas le seul exemple de destruction de Syrphes sous l'influence d'*Entomophthora*.

M. Poujade, membre de la Société entomologique de France, a pré-

senté dans la séance du 28 août 1878 des observations analogues faites par M. Mabille dans les bois de Meudon; mais c'était sur une autre espèce moins commune, le *Syrphus gracilis* Meig., qu'avait sévi la maladie. Ces insectes étaient accrochés en grand nombre sur les épis du *Brachypodium sylvaticum* (1). Cela prouve que les *Entomophthora* ne sont pas aussi rares qu'on pourrait le croire.

Depuis quelques années, on signale un certain nombre de ces épidémies causées par les champignons de ce groupe sur différents insectes et l'importance des *Entomophthora* grandit d'autant dans l'économie de la Nature.

On a plus d'une fois signalé les effets désastreux des *Entomophthora* sur les insectes. En France, on connaît généralement l'*Entomophthora muscæ*, le parasite des mouches; quoique ces insectes soient relativement rares à Paris, tandis qu'ils abondent à la campagne et en province (à cause des fumiers) on peut cependant, surtout dans les faubourgs, rencontrer l'*Entomophthora* dans la capitale, où l'on peut l'observer de l'extérieur sur les vitres des cabarets et des buvettes. M. Planchon a signalé un *Entomophthora* sur le puceron de la vesce; l'un de nous a décrit cette espèce sous un nom spécial: *Entomophthora planchoniana* (2) et a en outre signalé (3) un *Entomophthora* comme causant la mort des chenilles du *Chelonia Hebe*; il indique déjà les analogies de ce champignon avec les Mucorinées, analogies qui depuis ont été vérifiées par les observations relatives à la conjugation. On en a trouvé beaucoup d'autres espèces. M. Brefeld a indiqué une génération alternante, et a reproduit le *Tarichium* de Cohn; mais ces détails, ainsi que les études de développement, sortent du cadre que nous nous sommes tracé ici.

Voici les principaux mémoires publiés sur ce sujet depuis quelques années.

Ueber eine neue Pilzkrankheit der Erdraupen (Tarichium megaspermum), Cohn, Beitr. zur Bivl. der Pflanzen, t. I. p. 58, pl. IV et V.

Ueber zwei neue Entomophthora Arten von prof, N. Sorokine, id., id. p. 377, pl. XIII.

Die copulation bei einigen Entomophthoreen (Vorlaüf Mitth.) von L. Nowakowski. Bot. Zeit, 6 avril 1877.

Entwickelung der Empusa Musca nnd Emp. radicans abhandl, d. naturf gesell. zu Halle, 1871, t. XII, von Dr O. Brefeld.

Die Entomophthoreen und ihre Verwandten von Dr O. Brefeld. Bot. Zeit. 1er juin 1872.

(1) Voir Bulletin de la Société entomologique de France, séance du 28 août 1878.

(2) Comptes rendus de l'Académie des Sciences, séance du 21 avril 1873, p. 1002. — Cette espèce paraît caractérisée par la production à l'humidité de spores *ovoïdes oblongues* sans sporanges, ou par des sporanges soudés à la spore.

(3) Bulletin de la Société entomologique, séance du 9 juillet 1873.

M. H. BAILLON

Professeur à la Faculté de médecine de Paris.

SUR UN NOUVEAU TYPE DE SAXIFRAGACÉES A OVULES DÉFINIS.

— *Séance du 29 août 1878.* —

Les riches collections qui ont été rassemblées dans ces dernières années par les explorateurs français dans notre colonie de la Nouvelle-Calédonie, renferment entre autres plantes d'un grand intérêt, des branches fleuries d'un bel arbre d'une dizaine de mètres de hauteur, dont les feuilles et les inflorescences rappellent beaucoup celle du Laurier-cerise; si bien qu'en les voyant et en analysant les fleurs, dépourvues de gynécée fertile, on eût pu croire à un nouveau type de la famille des Rosacées. Nons verrons qu'il s'agit en réalité d'une Saxifragacée, du groupe des Polyosmées; ce qui n'est guère surprenant, car rien n'est plus difficile que de tracer une limite absolument nette entre les deux groupes des Saxifragacées et des Rosacées. Dans ces fleurs mâles réunies en grappes simples qui occupent l'aisselle des feuilles supérieures des rameaux, le réceptacle peu profond supporte un court calice à quatre ou cinq sépales courts, épais, dentiformes et est surmonté d'un cône plein, que l'on peut regarder comme un gynécée rudimentaire et dont la surface convexe présente un certain nombre de lignes et de plis peu saillants, imprimés dans le bouton sur cet organe par les parties qui l'entourent, notamment par les étamines. En dedans du calice, s'insèrent quatre ou cinq pétales sessiles, à large base, fortement imbriqués dans le bouton et se comportant après l'épanouissement d'une façon fort particulière, comme nous le verrons à propos de la fleur femelle. Quatre ou cinq étamines alternent avec les pétales, formées chacune d'un filet court et d'une anthère introrse, dont les deux loges, divergentes inférieurement s'ouvrent chacune par une fente longitudinale. Si nous ajoutons à ces caractères de la fleur mâle, que cet arbre auquel nous donnerons le nom de *Dedea*, est glabre; que ses feuilles alternes, pétiolées, elliptiques-lancéolées, aiguës au sommet comme à la base, sont penninerves, avec une foule de nervures secondaires parallèles, à peine obliques, comme dans beaucoup d'Ochnacées et de Diptérocarpées, lisses sur les deux faces, pâles en dessous, dépourvues de stipules; que les grappes florales ont un axe rectiligne, cannelé, chargé de petites bractées alternes, articulées; qu'à l'aisselle de chaque bractée est une fossette peu profonde dans laquelle se loge et s'articule aussi la base du

pédicelle floral; et que celui-ci, insensiblement dilaté vers son sommet est chargé de petits poils peltés et squamiformes, assez clair-semés; nous aurons un certain nombre de caractères assez remarquables, mais dont aucun n'est assez significatif pour nous dire à quel groupe naturel doit être rapporté le *Dedea;* comme il arrive presque toujours en l'absence de l'organe femelle. Cette observation n'est pas inutile; elle prouve que les premiers caractères sur lesquels on doit faire reposer la classification des végétaux, doivent toujours être empruntés au gynécée.

C'est M. Balansa, collecteur sans pareil, qui a trouvé cette plante à la Nouvelle-Calédonie, sur le versant occidental du Kougui, vers 500 mètres d'altitude. Elle porte dans son herbier le n. 1781, et ses fleurs blanches se développent au mois de septembre.

C'est un autre voyageur français, Pancher, qui nous a mis à même, par ses laborieuses recherches, d'étudier les fleurs femelles du genre *Dedea* et, par suite, de déterminer la place que ce type doit occuper dans la série des familles naturelles. Pancher qui, revenu sain et sauf d'un premier voyage en Nouvelle-Calédonie et qui, comme tant d'autres explorateurs des régions tropicales, ne pouvait se résigner à vivre inactif et ignoré dans nos pays civilisés, repartit pour une seconde expédition, dont le but principal était de doter l'horticulture européenne des plus intéressantes plantes du pays des Canaques. Il y trouva la mort peu de temps après son débarquement. Il avait, lui aussi, récolté dans ce pays un *Dedea*, bien différent de celui dont nous avons parlé tout à l'heure, par les petites dimensions de toutes ses parties. L'arbuste tout entier n'atteignait pas plus d'une couple de mètres de hauteur. Les feuilles ne dépassaient pas le plus souvent cinq centimètres de longueur, c'est-à-dire qu'elles étaient cinq ou six fois plus courtes et plus étroites que celles de l'espèce précédente, et ses inflorescences étaient aussi beaucoup plus petites. C'est pour cette raison que nous avons appliqué à la première de ces plantes le nom spécifique de *major*, et à la deuxième celui de *minor*. Or, le *D. minor* portait des fleurs femelles, et nous pûmes les étudier aussi bien que le permettait la chute précoce de certaines parties de ces fleurs, notamment des pétales.

Ici l'analyse devient beaucoup plus intéressante. L'inflorescence est toujours une grappe simple. Mais le réceptacle floral, dilatation du sommet du pédicelle, devient un sac obconique dont la concavité est remplie par un ovaire fertile. Sur les bords du sac s'insèrent un court calice, d'ordinaire quinquédenté, et cinq pétales, imbriqués comme ceux de la fleur femelle. Lors de l'épanouissement, ils s'étalent, puis se renversent et se détachent avec la plus grande facilité par leur large base. Mais même avant leur chute, ils se déforment tellement qu'au lieu de con-

server l'apparence d'une petite lame ovale-oblongue, comme ils sont dans leur premier état, ils ressemblent à un petit cylindre, atténué en cône au sommet. Ce changement tient à ce que dans toute leur longueur, les bords s'enroulent étroitement en dehors. Leur face intérieure porte une petite crête longitudinale, qui répond à leur nervure médiane et qu'on voit encore quand l'enroulement est complet. Ici les cinq étamines alternipétales demeurent généralement stériles. Toutes leurs parties sont néanmoins bien distinctes : un filet conique, épais et aplati, qui s'attache par une large base dans l'intervalle des pétales, et une anthère basifixe, à deux loges linéaires, adnées aux bords du connectif, divergentes inférieurement, et sur lesquelles sont même indiqués les sillons de déhiscence. En dedans de l'insertion du périanthe et de l'androcée, le sommet de l'ovaire sort de la cavité réceptaculaire, sous forme d'un cône déprimé qu'entoure un disque annulaire peu prononcé, et que surmontent les branches stylaires, au nombre de trois. Finalement, elles s'arquent un peu en dehors. Leur sommet se recourbe aussi légèrement, et il est chargé d'une petite masse presque sphérique de papilles stigmatiques. Dans l'intervalle des trois styles, l'ovaire infère porte sur la paroi de sa cavité unique trois placentas peu proéminents; et un peu au-dessus de sa base, chacun de ses placentas porte, non sur son bord intérieur, mais sur son côté, à droite et à gauche, un ovule ascendant, anatrope, à micropyle inférieur et tourné du côté du placenta, c'est-à-dire situé immédiatement au-dessus de l'insertion ovulaire. Le centre de l'ovaire est donc vide, et vers sa périphérie se voient trois niches, répondant aux branches stylaires, dans chacune desquelles se dressent deux ovules collatéraux appartenant à deux placentas voisins. Le fruit n'est pas complétement mûr dans les échantillons de Pancher; on voit cependant qu'il est capsulaire, cylindrique, parsemé, comme le réceptacle floral, de petits poils peltés, surmonté du calice et des trois styles suivant le sillon médian intérieur desquels se fait la déhiscence. Les graines sont ascendantes, imbriquées, allongées, fusiformes, prolongées à leurs deux extrémités en une pointe conique pleine. Leurs téguments peu épais recouvrent un abondant albumen charnu vers le sommet duquel se trouve un très-petit embryon. A tous les caractères qui précèdent, on ne peut s'empêcher de trouver dans le *Dedea* un type de Saxifragacées, du groupe des Polyosmées, lesquelles ont été avec raison rapportées à la série des Escalloniées (Voy. *Hist. des plantes*, III, 355, 439). Les principales différences entre le *Dedea* et le *Polyosma* résident dans le type 5 des fleurs du premier et 6 des fleurs du dernier; dans la préfloraison de la corolle, valvaire dans le dernier, imbriquée dans le premier; dans le nombre des placentas, qui est de trois dans le premier, de deux dans le dernier ; dans le nombre des ovules, défini dans

le premier, indéfini dans le dernier; dans le fruit, charnu dans le dernier, capsulaire dans le premier; dans les graines, solitaires dans le *Polyosma*, plus nombreuses dans le *Dedea*. Ces différences sont donc multiples et importantes. C'est sur les montagnes de la Nouvelle-Calédonie que Pancher a récolté le *D. minor*. M. Balansa (n. 1004) l'a trouvé aussi sur le Mont Mi, « dans les terrains argilo-ferrugineux. »

Les deux mêmes voyageurs ont rencontré un troisième *Dedea* dans le même pays : Pancher sur le Kougui, à 800 mètres d'altitude, et M. Balansa (n. 2814), sur le Mont Mou, vers 1150 mètres d'altitude. Celui-ci est un petit arbre à cime arrondie et dense, tout glabre, et dont les feuilles lisses, pâles en dessous, elliptiques-aiguës, n'ont au plus que huit centimètres de long sur trois ou quatre de large. Leur pétiole, trois fois plus mince que celui du *D. major*, est cependant plus long d'un tiers ou davantage. Les inflorescences sont plus courtes que les feuilles, et les fleurs femelles, les seules que nous connaissions, sont exactement construites, de même que les fruits, comme dans le *D. minor*. Les nervures secondaires des feuilles sont plus écartées et plus obliques que celles du *D. major*. Nous ne voudrions cependant pas affirmer que ce *Dedea* auquel nous donnons le nom de *media*, ne devra pas se rapporter comme forme au *D. major*, quand on pourra comparer entre eux les pieds de l'un et l'autre sexe dans les deux plantes.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE XV.

Dedea major (individu mâle).

Fig. 1. — Rameau florifère.
Fig. 2. — Portion de la grappe, montrant les bractées et l'articulation des pédicelles.
Fig. 3. — Fleur mâle après la chute des pétales.
Fig. 4. — Fleur mâle, les pétales et les étamines enlevés.

Dedea minor (individu femelle).

Fig. 5. — Rameau fructifère.
Fig. 6. — Fleur femelle.
Fig. 7. — Diagramme floral femelle.
Fig. 8. — Fleur femelle, coupe longitudinale.
Fig. 9. — Pétale, détaché suivant sa large base.
Fig. 10. — Coupe transversale du pétale dont les bords sont révolutés.
Fig. 11. — Ovule.
Fig. 12. — Fruit déhiscent.
Fig. 13. — Graine.
Fig. 14. — Graine, coupe longitudinale.

M. Maxime CORNU
Aide naturaliste au Muséum d'histoire naturelle.

GÉNÉRATIONS ALTERNANTES DES PODISOMA, FORME SPÉCIALE DU ROESTELIA LACERATA.

— *Séance du 29 août 1878.* —

Au mois d'avril dernier je reçus quelques échantillons de *Juniperus oxycedrus* recueillis aux environs de Montpellier depuis plusieurs jours. M. Mouillert, professeur à l'École d'agriculture de Grignon les avait récoltés chez M. H. Marès, à Launac, dans une garrigue, et ce qui avait attiré son attention c'était le *Podisoma* qui couvrait plusieurs des rameaux. Ce *Podisoma*, quoique desséché comme les rameaux qui le portaient, avait une forme caractéristique qui permettait de le reconnaître immédiatement; formé de ligules étroites et orangées il appartenait manifestement au *P. clavariœforme* qui est commun au mois de mai dans nos environs sur le genévrier commun. Les ligules sont cependant un peu plus grêles sur l'oxycèdre et de même que cela se voyait sur d'autres échantillons envoyés par M. J.-E. Planchon de Montpellier, le renflement des rameaux est faible, tandis que sur le genévrier commun l'effet produit est toujours assez considérable. On sait que le *P. clavariœforme* du genévrier commun produit par une alternance de générations le *Rœstelia lacerata* sur le *Cratœgus oxyacantha*; c'était un poin à vérifier encore pour le genévrier oxycèdre.

Je profitai de ces échantillons, qui étaient desséchés mais n'avaient pas été humectés, pour observer la germination des télentospores : il fut très-facile d'obtenir un nombre assez considérable des sporidies, en bel état de vie et de santé. Il fut possible de semer ces sporidies sur deux *Cratœgus oxyacantha* dans de bonnes conditions, expérience que je fais chaque année et ce semis réussit à merveille.

Pour éviter les insuccès, il est bon d'opérer de la manière suivante : Les *Cratœgus* sont, dans mes expériences, employés à l'état de sujets enracinés dans un vase à fleurs, ce qui donne de très-grandes facilités pour l'observation journalière (1), et renfermés dans une petite serre d'étude que j'ai fait construire sur mon balcon à Paris; mais les précautions à prendre sont aisément applicables dans la nature. La dessication est particulièrement à craindre dans les premiers temps du semis, avant la pénétration des germes; aussi devra-t-on s'y opposer le plus

(1) La plante qui fait le sujet de cette note a pu ainsi être mise sous les yeux de la section de botanique, à la séance.

possible. Pour cela il est bon d'arroser d'abord à grande eau la plante en expérience; on délaie d'abord les sporidies dans une assez grande quantité d'eau et on dépose ensuite au pinceau des gouttes d'eau chargées de spores sur tous les organes qui doivent être contaminés. (Si l'on opère sur des arbres de très-grandes dimensions on pourrait lancer les gouttes au moyen d'un petit balai.) Pour prévenir le dessèchement trop rapide de ces gouttelettes, j'entoure les branches à garantir spécialement, d'une feuille de papier buvard humide entourée elle-même d'une autre feuille de papier, collé cette fois.

Dans de semblables conditions l'expérience réussit aisément, et j'ai pu contaminer entièrement et d'une manière complète par un temps très-sec une petite haie de *Cratægus oxyacantha* des pépinières du Museum, il y a trois années.

Le semis effectué à l'aide des sporidies issues du *Podisoma* qui vivait sur le *Juniperus oxycedrus*, réussit également bien sur les deux pieds de *Cratægus* mis en expérience. La plupart des feuilles présentèrent après quinze jours de nombreuses spermogonies. Il est à remarquer que les pucerons et les insectes qui volent autour des plantes peuvent soit volontairement, soit involontairement s'engluer momentanément dans l'exsudation gommeuse émise par les spermogonies; ces insectes peuvent, les uns à de courtes distances, les autres à des distances plus grandes, transporter les corpuscules dont j'ai observé le premier la germination et que je considère par ce fait comme des spores véritables.

Émises par une spermogonie très-active, non troublées par les froissements involontaires de la récolte, les spermaties sortent manifestement sous la forme de petits cirrhes, comme l'avait déjà vu Unger; cette disposition que M. Tulasne a contestée, est facile à voir notamment sur l'*Æcidium cyparisiæ* : elles imitent ainsi les corps reproducteurs des ascomycètes chez lesquels les plus petits, de même, offrent une grande résistance à la germination.

Chez les Urédinés d'ailleurs les spermogonies exhalent une odeur pénétrante, très-développée chez certaines espèces, beaucoup plus faible chez les autres et dont le rôle est peut-être, comme chez les fleurs, d'attirer les insectes et de les faire concourir à la dissémination des petits corpuscules.

Dans la petite serre dont j'ai parlé, j'ai souvent trouvé des pucerons englués dans le liquide exsudé par les spermogonies.

Le développement du *Ræstelia* semblait devoir suivre son cours ordinaire : il était d'une quinzaine en avance sur celui de nos environs : le *Podisoma* de Montpellier est mûr un mois avant le nôtre; les *Cratægus* cultivés en serre avaient déjà complétement développé leurs feuilles lorsque l'expérience fut faite au milieu d'avril.

Au milieu du mois de mai un accident survint à ces cultures : par suite d'un déménagement, la petite serre fut enlevée et reconstruite dans mon nouveau logis ; mais un mois s'écoula dans l'intervalle et les plantes durent attendre dans l'appartement le nouveau local où elles devaient être placées. Elles souffrirent de la sécheresse et de la poussière, si fatales aux cryptogames et je perdis ainsi plusieurs plantes intéressantes.

Les feuilles des *Cratægus* couvertes des spermogonies rouges et indiquant déjà les péridium des *Ræstelia* tombèrent toutes, l'un des *Cratægus* même finit par mourir. Le parasite semblait avoir disparu ; l'extrémité des branches du seul survivant se dessécha, la plante remise en serre assez à temps put être sauvée.

Ce *Cratægus* maintenu dans un vase à fleurs depuis plusieurs années végétait dans un pot trop étroit ; il avait émis au commencement de l'année des pousses vigoureuses qui avaient été coupées immédiatement avant l'inoculation du champignon, opération horticole nécessaire pour l'étude, mais déplorable, et que la force des choses seule permet d'excuser. Une fois replacée dans la serre la plante peu vigoureuse n'émit point de feuilles nouvelles, elle était trop épuisée : le seul développement qui se montra fut une excroissance en forme d'anneau incomplet sur l'un des rameaux assez grêles qui avaient été laissés.

Ce rameau avait porté une plaque rouge de *Ræstelia* très-belle et très-large ; elle s'était desséchée en tournant au noir et le rameau presque tout entier au-dessus d'elle s'était également desséché pendant le séjour hors de la serre.

L'excroissance atteignit la grosseur d'une olive en un mois environ ; elle était rugueuse, brunâtre, couverte extérieurement par un tissu subéreux, spécial en apparence, et fort différent du reste des rameaux demeurés luisants et lisses ; elle conserva ce diamètre et devint seulement plus irrégulière.

Du côté opposé au renflement, se développa un bourgeon qui ne tarda pas à prendre un assez grand accroissement.

Dès qu'il eut atteint un centimètre, il fut facile de voir qu'il n'avait pas la structure ordinaire : l'axe était comme tuméfié, les pétioles des feuilles étaient eux-mêmes singulièrement gonflés : on pouvait voir déjà le commencement de péridium de *Ræstelia*.

Les spermogonies furent et restèrent rares ; la production demeura verte pendant tout le temps de son accroissement qui ne s'arrêta point pendant l'été et qui continue encore (1).

Le rameau issu d'un point contenant le *Ræstelia* est comme tuméfié ;

(1) Il ne s'arrêta qu'aux gelées qui détruisirent les parties terminales de ces rameaux.

les feuilles restent presque sessiles; l'axe comme les rameaux secondaires qu'il porte offrent tous la même apparence ils contiennent de très-jeunes péridium de Rœstelia, dont le contenu encore blanchâtre, n'est pas organisé, même après trois mois, en spores mûres et brunes (1).

Les feuilles participent à cette modification; elles sont assez étroitement appliquées le long de leur axe et l'ensemble est modifié d'une manière spéciale comme cela arrive pour les Æcidium des conifères qui produisent ces déformations nommées « balai de sorcière ». Le *Peridermium elatinum* détermine sur l'*Abies pectinata* un gonflement semblable du rameau qui retentit sur les feuilles et les déforme; nous voyons que la manière dont naît le parasite, plutôt peut-être que sa nature intime, impriment un facies particulier à la plante hospitalière qui est envahie.

Il semble donc, d'après cela, que les caractères empruntés à la végétation du sujet attaqué sous l'influence d'un parasite, ne peuvent pas servir, d'une manière au moins indiscutable, de criterium pour les affinités spécifiques des parasites entre eux; que le mode d'invasion et l'état de la végétation à l'instant où cette invasion se produit ont une influence prépondérante dans certains cas, influence dont il faut faire la part, et qu'ainsi le mode de végétation si spécial du *Peridernium elatinum* ne l'éloigne pas autant qu'on pourrait le croire des autres *Æcidium* avec lesquels les range d'ailleurs M. Reess (2).

Il serait possible, d'ailleurs, de montrer chez d'autres *Æcidium* des variations de ce genre produites naturellement. Chez les *Æcidium violæ*, *Æc. Adoxæ*, généralement foliicoles, l'axe peut être tuméfié et le bourgeon terminal englobé dans le pulvirule æcidien. J'ai observé d'un autre côté une feuille unique prise partiellement par l'*Æc. Euphorbiæ sylvaticæ* qui d'ordinaire occupe toute la plante.

Les altérations anatomiques de ces parties sont aussi considérables. Le tissu cellulaire est formé d'éléments beaucoup plus minces ou beaucoup plus larges avec une tendance à s'allonger du rayon et à se sectionner dans la direction perpendiculaire.

L'écorce est très-fortement dilatée; l'épiderme, le collenchyme imparfait situé au-dessous se sont allongés et donnent des cellules à formes irrégulièrement parallélogrammatiques; le parenchyme cortical contenant de la chlorophylle s'est hypertrophié; les faisceaux libériens au lieu de former des groupes compactes se sont disjoints et sont entourés de cellules très-élargies.

Les rayons médullaires de l'écorce et du bois se sont fortement élar-

(1) Elles n'ont pas mûri avant l'hiver.

(2) *Die Rostpilzformen der deutschen Conif.* von Dr Max. Reess, *Abhandl. d. Naturf. Gesell. zu Halle*. Bd. XI.

gies aussi, les faisceaux tendent à s'isoler et sont faciles à reconnaître les uns des autres par les figures qu'elles produisent.

Les cellules de la moëlle sont minces et agrandies, elles ont perdu leur physionomie habituelle.

Observées avec un grossissement un peu fort sur des tranches suffisamment minces, les sections montrent que le mycélium est répandu dans tous les points de la coupe; il forme dans chaque cellule des pelotons plus ou moins entortillés, quelquefois disposés en tire-bouchons assez longs ; de la périphérie au centre le mycélium rampe dans le tissu.

L'étude des peridiums montre qu'ils sont absolument dépourvus de spores (1) ; ils sont formés de filaments rosés un peu plus larges que ceux qui circulent dans les cellules; aucune trace de formation des chapelets ni des parois du péridium proprement dit ne peut s'apercevoir.

Le champignon est donc dans un état stationnaire.

Sur les pétioles l'effet produit est de même ordre.

Si on compare avec celle-ci l'altération déterminée au printemps par le *Rœstelia* se développant normalement sur les tiges et sur les pétioles, on trouve que les résultats sont assez semblables, mais on peut remarquer que la différence est cependant sensible.

L'hypertrophie la plus considérable provient de la partie corticale dans nos échantillons, tandis que sur les renflements observés dans la nature, l'écorce demeure deux ou trois fois moins épaisse qu'elle ne l'est ici : notre altération spéciale est beaucoup plus profonde, les éléments libériens sont disjoints et ils ne le sont pas dans les pulvinules rœsteliens caulinaires ordinaires, où la moëlle principalement est développée.

L'action plus lente, mais plus prolongée a déterminé des altérations plus profondes. On peut en juger par les nombres suivants. Les couches de cellules d'un certain rameau en un point sain, sont par exemple, au nombre de dix, de l'épiderme aux fibres du liber; dans la portion hypertrophiée dont le bois est à peu près équivalent (les éléments ligneux ne se segmentent pas ultérieurement comme les éléments corticaux) et qu'on peut considérer comme à peu près égale au précédent sinon plus grêle il y a *vingt-six* couches de cellules : sur un rameau renflé à la manière ordinaire par un pulvinule de *Rœstelia* la segmentation est beaucoup moins abondante et la structure générale moins altérée : le mycélium est aussi moins répandu dans le tissu.

Si l'on essaye de résumer les remarques que suggère ce singulier et si spécial développement, on peut attirer l'attention sur les points suivants :

(1) Les spores ne se sont pas montrées encore plus de six mois après, en février 1879.

1° Le *Ræstelia* dans les conditions énoncées ci-dessus a montré un développement extrêmement particulier; il a émis un mycelium très-abondant et cependant a permis de s'accroître et de se ramifier à des organes qu'il frappe de mort à l'ordinaire; il s'est étendu au loin, sans se concentrer sur des points restreints et limités étroitement.

2° Il n'a donné lieu à l'extérieur à aucune accumulation de filaments colorés en rouge vif; il a présenté sur l'ensemble des points envahis quelques rares spermogonies seulement.

3° Ce développement a eu lieu, non-seulement en dehors de la saison ordinaire, mais encore dans une situation anormale et par un procédé très-spécial.

4° Il a été très-lent et s'est arrêté sans que la maturation des spores ni la formation du péridium, ni le commencement de formation des spores se soient effectués et de manière que sur toute la longueur des rameaux le mycélium fût au même état, les parties les plus âgées ne paraissant pas en avance sur les autres.

5° Le mycélium a donc pu rester vivant dans la tige à la place primitive où existait une première tache de *Ræstelia* et de là rayonner dans le rameau qui se développait.

On conçoit de cette manière l'explication qu'il faut donner de la réapparition du *Ræstelia* sur des arbres contaminés l'année précédente (1).

Les *Ræstelia* pourraient peut-être subsister, d'une année à l'autre, dans les parties axiles des plantes attaquées, s'ils ne choisissaient pas principalement les parties appendiculaires, c'est-à-dire caduques et s'ils ne frappaient pas de mort les parties axiles où ils se développent.

Les pulvinules de *Ræstelia*, (*R. Cancellata* et autres), nés sur le bois, sont en général remplacés par une plaie plus ou moins profonde qui ressemble à une brûlure; il semble que, dans ces conditions, le mycélium a frappé de mort la place qu'il a occupée et s'est donné ainsi la mort lui-même indirectement.

(1) *Bulletin de la Société Botanique de France*, séance du 13 février 1874, p. 33. Les spermogonies du *R. cancellata* se sont montrées au mois de février sur une écaille d'un bourgeon très-avancé pour la saison.

M. DURANDO

Professeur de botanique à l'École communale d'Alger.

UNE CORBEILLE AU TROCADÉRO
COMPOSÉE DE PLANTES BULBEUSES AUTOMNALES D'ALGÉRIE.

— *Séance du 29 août 1878.* —

En partant d'Alger le 10 de ce mois, j'ai emporté avec moi une caisse contenant différentes espèces de plantes bulbeuses, toutes prêtes à fleurir, afin d'en former au Trocadéro une corbeille qui donnerait une idée de la végétation automnale en Algérie.

Après trois ou quatre mois de sécheresse plus ou moins absolue qui fait disparaître la végétation herbacée, les pluies viennent rafraîchir le sol dans la première quinzaine d'octobre, quelquefois dans la seconde quinzaine de septembre; par exception l'année dernière (1877), les pluies ont commencé dans les premiers jours de septembre. En peu de jours la terre est reverdie, elle se couvre de fleurs : c'est pour nous le printemps, le renouveau, et on est toujours ravi de ce prompt changement du tableau de la nature.

C'est alors que les plantes bulbeuses appartenant à l'embranchement des Monocotylées apparaissent en masse dans les pâturages : elles disparaissent là où la charrue a passé.

Ces plantes sont :

Merendera filifolia, Cambess.;
Colchicum autumnale, Linn.;
C. Bertolonii, Kunth;
Scilla anthericoides, Desfont.;
S. autumnalis, Linn.;
S. fallax, Steinh.;
S. parviflora, Desf.;
S. lingulata, Poiret;
Leucoium autumnale, L.;
Amaryllis (Sternbergia) lutea, L.;
Narcissus Cupanianus Gusson (N. oxypetalus, B. et R.);
N. serotinus, Linn.;
Spiranthes autumnalis, Rich.;
Arum arisarum, Linn.;
Biarum Bovei, Blume.

Quant aux

Scilla maritima, L.;
S. undulata, L.;
Pancratium maritimum, L.;
P. collinum, Coss. et Dr.,

ils ont commencé à fleurir dès le mois de juillet, et leur floraison se prolonge jusqu'en octobre.

Mentionnons aussi trois dicotylées très-communes : le Cyclamen africanum, Boiss. et Reut., et le Ranunculus bullatus, Linn., deux plantes portant des fleurs à odeur de violette; en outre le *Leontodon tuberosum*, Linn., ou Thrineia tuberosa, Dc., qui par son abondance donne la couleur jaune aux prairies, comme les renoncules en France; les enfants en grignotent les tubercules, qu'ils appellent *Griffes de chat.*

La plus intéressante parmi les plantes formant la susdite corbeille au Trocadéro est le *Pancratium*, que j'ai découvert en juillet 1850 sur la montagne de l'Union-Agricole du Sig (province d'Oran), entre les fentes des rochers. Cosson et Durieu l'ont, dans leurs catalogues, appelé *P. collinum*, par allusion à sa station. Le sénateur Pomel ayant trouvé aussi cette Amaryllidée sur les terrains pierreux, près Oran, l'a décrite dans ses *Nouveaux Matériaux pour la Flore Atlantique*, et il l'a appelé *P. fœtidum*, par allusion à l'odeur de ses fleurs, analogue à celle des fleurs du Caroubier, Châtaignier, Dattier, Berberis, etc. *Pancratium C.* a de grandes fleurs, très-blanches, très-élégantes, comme ses congénères; les feuilles sont longues, moins glauques que dans le *P. maritimum;* il y en a une cinquantaine dans la corbeille du Trocadéro.

Je regrette beaucoup que, par différentes circonstances, ces plantes n'aient été mises en terre qu'aujourd'hui; j'espère qu'elles n'auront pas souffert de leur longue détention, et que leur floraison attirera les regards des botanistes et des horticulteurs.

M. W. NYLANDER

DE THEORIA ALGO-LICHENICA.

— *Séance du 29 août 1878.* —

Decaisne gonidia Lichenum sicut Algas admittens, ex sensu Schwendeneriano, declaravit : « Le parasitisme des Lichens paraît un fait parfaitement démontré » et « le mémoire de M. Bornet ne peut laisser aucun doute sur l parasitisme. » (*Bullet. Soc. bot.* (1873), séance du 23 mai.)

Dr Nylander hypothesin illam Schwendeneri esse « absonissimam » indicavit demonstravitque gonidia manifeste in cellulis thalli Lichenum oriri nullumque adesse parasitismum. Decaisne igitur etiam hic in summo errore versatur et de rebus loquitur sibi minime familiaribus; ignorantia parum juvat. Preparationes microscopicæ optimæ, indubie confirmantes originem intra-thallinam gonidiorum et gonidimiorum, haberi possunt apud *J. Bourgogne père,* Merdignac (Côtes-du-Nord). Tales præparationes præstant figuris, quas plus minusve schematicas facile faciunt auctores, arte sæpius magis occupati quam simplici veritate.

DISCUSSION

M. Maxime Cornu dit que rien n'est pour lui mieux démontré que la théorie algo-lichénique, et il s'offre à exposer les raisons déterminantes de sa manière de voir.

M. H. Baillon répond que la théorie algo-lichénique n'étant pas inscrite à l'ordre du jour, il ne serait pas possible d'aller au fond de cette discussion. Il veut seulement déclarer que l'étude attentive des préparations lui a permis de voir les gonidies naissant sur place dans le parenchyme, et de les suivre à tous les âges dans les cavités mêmes du tissu ; ce qui ne lui permet pas d'admettre la doctrine dite Schwendenérienne.

M. DUTAILLY

DES VAISSEAUX CONSIDÉRÉS COMME REMPLISSANT, DANS CERTAINS CAS, LE ROLE DES CANAUX SÉCRÉTEURS.

— *Séance du 29 août 1878.* —

On sait que divers botanistes ont signalé la présence du latex dans la cavité des vaisseaux, par exemple M. Baillon dans les Euphorbiacées et M. Trécul dans un assez grand nombre de plantes de différentes familles. M. Trécul explique cette situation anormale du latex en disant que ce liquide, sécrété par les laticifères, a été versé directement par eux dans les vaisseaux contre lesquels ils s'appliquent ou avec lesquels ils s'abouchent.

J'ai trouvé, dans un assez grand nombre de cas, la cavité des vaisseaux obstruée par des substances en général oléo-résineuses ou gommo-résineuses, différentes en toute circonstance du latex et dont la production s'effectue d'une manière qui m'a paru tellement en dehors de tout ce que l'on connaît, que l'envie m'est venue de les décrire.

Personne n'ignore qu'à côté des laticifères, constitués par de véritables cellules qui gardent leur individualité ou fusionnent les unes avec les autres par destruction des parois transversales, les anatomistes ont reconnu depuis plusieurs années déjà qu'il existe ce que l'on nomme aujourd'hui des canaux sécréteurs. L'expression est impropre, sans doute, puisque le canal ne sécrète rien lui-même et se borne à recevoir les sécrétions des cellules qui le bordent; mais enfin elle est admise par tout le monde et chacun sait qu'elle s'applique à une cavité dépourvue de parois propres, limitée immédiatement par les éléments entre lesquels elle s'étend et constituée par l'élargissement de certains méats intercellulaires superposés en files plus ou moins régulières. Ce que l'on décrit comme le canal sécréteur le plus rudimentaire est formé, sur une section transversale, par trois ou quatre cellules qui, à leur point de contact, se sont séparées, et excrètent dans le méat ainsi produit des substances qui leur sont devenues inutiles. J'ai observé, à diverses reprises, un cas beaucoup plus simple en ce sens qu'au lieu de trois ou quatre files de cellules sécrétantes il n'en existait qu'une seule; mais plus complexe en même temps parce que chaque cellule, au lieu d'excréter l'oléo-résine dans un méat unique, la déversait dans tous les méats situés sur son pourtour. Il arrivait même que le liquide était, dans certains cas, excrété en assez grande abondance, pour décoller complétement la paroi de la cellule sécrétante de celles des éléments adjacents, s'insinuer entre elles et baigner extérieurement d'une couche continue la cellule centrale qui l'avait éliminé. Ces faits se trouvent reproduits dans les figures 1 et 2 de la planche XVI. La figure 1, représente une cellule sécrétante d'une grosse racine du *Scorzonera hispanica*, prise un peu au-dessous du collet sur une section transversale de l'organe. On voit que tous les méats *a*, placés à ses angles, sont pleins d'une substance oléo-résineuse, jaunâtre ou brune dans la nature. Dans la figure 2, qui représente un élément analogue pris dans la moelle de la tige d'un *Brassica oleracea*, variété Chou cabu, on constate que le liquide a été excrété non-seulement dans les méats *b* du pourtour, mais encore qu'il a décollé les portions de parois interposées aux méats et qu'il a envahi toute la périphérie de la cellule.

A côté de ces faits extrêmement simples, il en est d'autres ou le canal sécréteur se complique davantage. Les cellules qui bordent le canal se segmentent, et la sécrétion s'opère aux dépens des éléments de

nouvelle formation. Souvent cette segmentation s'arrête de bonne heure et tous les éléments qui environnent le canal passent à l'état permanent; mais, d'autres fois, elle se continue pendant un temps indéterminé. Toutes ces variations sont connues et ont été signalées dans des végétaux différents; mais l'on n'avait point encore dit qu'elles pussent coexister dans une même plante donnée. C'est pourtant ce que nous avons maintes fois observé, notamment dans la racine du *Pastinaca sativa* que nous choisissons de préférence parce que son étude va nous amener directement à celle des faits qui sont plus spécialement l'objet de cette courte note.

La racine du Panais cultivé est, comme tout le monde le sait, composée d'une écorce très-épaisse et d'un cylindre ligneux central. A mesure qu'elle grossit, les vaisseaux du cylindre central, qui se présentaient d'abord comme réunis par un tissu à mailles étroites, s'écartent les uns des autres, par simple agrandissement des éléments existants. De distance en distance, la coupe transversale de la racine est comme piquetée de petits points clairs qui représentent la section des canaux sécréteurs. Leur structure est fort simple (Pl. XVI, fig. 3). Au centre, en *o*, on voit le canal au pourtour duquel se pressent quelques éléments étroits, à parois un peu épaissies. En dehors de ces derniers, il n'y a normalement pas trace de segmentation. Ces faits peu complexes s'observent dans des racines même très-grosses, puisque nous les avons constatés sur des Panais qui n'avaient pas moins de douze centimètres de diamètre.

Dans d'autres racines qui, extérieurement, paraissent parfaitement saines, les faits sont tout différents. La sécrétion y devient surabondante, et par conséquent les organes sécréteurs y prennent un développement infiniment plus considérable. Dans l'écorce on aperçoit à l'œil nu, sur une section transversale, de grands îlots bruns qui peuvent atteindre jusqu'à trois centimètres de long et un centimètre de large et qui rappellent, à première vue, les tissus en voie de blettissement. Au microscope, on reconnaît immédiatement que ces îlots sont constitués par les canaux sécréteurs démesurément agrandis dans le sens radial et dont le canal atteint un millimètre et plus de largeur. Les nombreuses cellules qui les bordent sont pleines de gomme-résine et plus ou moins détachées des tissus voisins, par conséquent en voie de désagrégation. En outre, en dehors d'elles, on constate une épaisse couche de cellules en train de se segmenter, tandis que, comme nous l'avons dit plus haut, le canal n'était doublé normalement que par quelques cellules un peu épaissies qui ne se cloisonnaient point. Tous ces canaux sécréteurs ainsi dilatés compriment, en s'élargissant, le parenchyme fondamental interposé; et l'on peut dire qu'à ce moment la plus grande partie de l'écorce

n'est plus constituée que par des cellules sécrétantes et par les produits de sécrétion qui donnent à l'ensemble des tissus leur couleur brune caractéristique.

En même temps que ces modifications se passent dans l'écorce, d'autres s'effectuent dans le bois de la racine. On voit, au pourtour d'un certain nombre de vaisseaux, les cellules du parenchyme ligneux se cloisonner régulièrement pour leur former un manchon continu qui s'épaissit assez rapidement. Sur la section transversale de la racine, on aperçoit un anneau de cambium au centre duquel se trouvent un ou plusieurs vaisseaux. Au début de cette segmentation, il n'existe rien dans les vaisseaux, mais bientôt on reconnaît le rôle de la gaîne qui les enveloppe. Au bout de peu de temps, ils apparaissent remplis d'un liquide jaune dont la quantité augmente et qui brunit en vieillissant. Cette substance est de même nature que celle que sécrètent en si grande abondance les canaux corticaux.

Dès lors, tout doute est levé: il y a hypersécrétion dans les canaux ligneux comme dans l'enveloppe corticale. Dans cette dernière, c'est dans les canaux sécréteurs même que le trop plein de gomme-résine se déverse ; dans la tige, au contraire, c'est l'intérieur des vaisseaux vides qui sert de réservoir.

La sécrétion corticale est activée par le cloisonnement des cellules qui bordent les canaux sécréteurs ; celle de l'axe ligneux est déterminée par le cloisonnement semblable des cellules qui bordent les vaisseaux. Ces derniers, enfin, deviennent de véritables canaux sécréteurs. Les figures 4 et 5 (Pl. XVI) montrent la coupe transversale des organes sécréteurs ainsi modifiés, dans le bois et dans l'écorce de la racine. La figure 5 représente un canal sécréteur de l'écorce, après formation du manchon cambial périphérique *c*. En *i*, sont les cellules en voie de désagrégation qui bordent le canal *s*, rempli de matières gommo-résineuses. Il suffit de comparer cette figure avec la figure 3 pour comprendre toute la différence qu'il y a entre l'état ordinaire et celui que nous décrivons ici. La figure 4 nous transporte dans le bois de la racine et l'on voit qu'autour de plusieurs vaisseaux se sont formés des anneaux *m* de cellules qui se cloisonnent. Les vaisseaux *n*, passés à l'état de simples réservoirs de liquides excrétés, sont ou solitaires ou groupés par deux ou trois et remplis de substances parfois un peu granuleuses.

Dans le *Scorzonera hispanica*, la diversité des organes de sécrétion n'est pas moindre, et cette fois l'on peut dire qu'elle est normale. Nous avons déjà décrit plus haut les nombreuses cellules à section polygonale qui, dans cette plante, sécrètent un liquide spécial dans l'intérieur de tous les méats situés à leur périphérie. Bien que ce végétal possède un réseau très-complet de laticifères, il n'en a pas moins en même

temps des canaux sécréteurs. On les observe dans la racine, surtout au voisinage du collet, et leur structure est alors des plus complexes, car ils sont formés de dedans en dehors : 1° par le canal récepteur souvent très-réduit ; 2° par des éléments étroits et épaissis qui l'entourent immédiatement et en dehors desquels se montre un anneau de cellules en voie de segmentation ; 3° tout à fait à l'extérieur par des cellules spiralées, parfois assez longues pour rappeler complètement les fausses trachées. Ce n'est point d'ailleurs le moment de nous appesantir sur la structure si curieuse de ces canaux, et nous nous bornerons à dire que nous l'avons retrouvée telle exactement que nous venons de la décrire, dans d'autres plantes appartenant à des familles diverses. C'est une étude que nous réservons pour un travail spécial. Mais nous ne pouvons négliger de citer ici un autre fait qui se rapporte directement à notre sujet. A côté de ces formations variées, on aperçoit fréquemment, sur la section transversale des vieilles racines, de petits anneaux de tissu en voie de segmentation formés autour de quelques vaisseaux dans la cavité desquels s'amasse graduellement la substance jaune ou brune qui y est excrétée. Ces vaisseaux ainsi réduits au rôle purement passif des canaux sécréteurs ordinaires sont épars dans le bois de la racine ou, fréquemment aussi, rangés assez symétriquement dans son intérieur. Les figures 6 et 7 (Pl. XVI) reproduisent les principaux détails de structure que nous venons de résumer. La figure 6 montre la section transversale de l'un des canaux sécréteurs complexes, mais normaux, situés au voisinage du collet. Au centre, *d* est le canal lui-même. En *c*, on voit les éléments étroits et un peu épaissis qui l'entourent ; *b* est la zone périphérique en voie de segmentation au pourtour de laquelle se distribuent, en *a*, les cellules spiralées. Quant à la figure 7, elle représente une section transversale de la racine de *Scorzonera* en un point où les vaisseaux sécréteurs sont, comme on le voit, assez régulièrement groupés en une zone circulaire interrompue. En *a* se trouvent un ou plusieurs vaisseaux remplis d'un liquide jaune-brun et au pourtour desquels les cellules ligneuses se sont cloisonnées régulièrement pour constituer une gaîne cambiale *b* toute particulière.

La « Chicorée à grosses racines de Bruxelles » est une plante que rendent fort curieuses diverses formations secondaires que l'on rencontre dans sa racine. Il arrive très-fréquemment que l'axe ligneux de cet organe devient le siége d'une segmentation cellulaire qui le subdivise longitudinalement en deux cylindres emboîtés l'un dans l'autre : l'un extérieur, limité en dehors par la couche génératrice normale de la racine ; l'autre intérieur, limité extérieurement par la couche génératrice de seconde formation. Or, sur une coupe transversale d'une racine ainsi modifiée, on observe fréquemment, au voisinage du centre même

de l'organe, un ou deux petits îlots circulaires, formés au centre par des vaisseaux (deux ou trois en général) que remplit un liquide rougeâtre et qui jouent ici encore le rôle de canaux sécréteurs. Ils sont entourés, comme ceux que nous avons décrits jusqu'ici, dans le Panais et le Scorsonère, d'une zone génératrice annulaire dans laquelle se développent des faisceaux libériens avec des laticifères. A la limite extérieure de ces îlots, on peut trouver un second anneau d'éléments en segmentation qui viennent en compliquer la structure. Des vaisseaux, pleins de liquide et entourés d'une gaîne semblable, se rencontrent fréquemment aussi dans le cylindre ligneux extérieur, à peu de distance de la couche segmentée qui le sépare du cylindre intérieur. Nos figures 1, 2, 3 de la planche XVII mettent sous les yeux du lecteur les détails d'organisation les plus importants d'une racine à ce point modifiée. La figure 1 représente une section longitudinale de cette racine. En *b*, on voit l'anneau cambial normal situé entre le bois et le liber. En *a*, est le cambium de nouvelle formation qui a partagé l'axe ligneux de la racine en deux cylindres emboîtés l'un dans l'autre. En *c*, on aperçoit sur la section transversale du cylindre intérieur un îlot sécréteur dont le vaisseau central est bien visible, mais dont les tissus périphériques, à ce grossissement, ne peuvent être indiqués dans tous leurs détails. La figure 2 reproduit la section transversale d'une racine dans laquelle des vaisseaux, placés dans le cylindre extérieur et dans le cylindre intérieur, jouent le rôle de canaux sécréteurs. En *c*, on voit deux îlots sécréteurs; *a* est la couche cambiale secondaire et *b* la couche d'accroissement normale. En *d* se trouvent cinq îlots semblables à ceux du cylindre ligneux intérieur et disposés un peu irrégulièrement. La figure 3 donne le détail de la structure de ces îlots. *m* est leur couche périphérique en voie de segmentation, et *s* une zone annulaire semblable appliquée contre les vaisseaux centraux *v*. En *o*, faisceaux libériens avec laticifères.

Dans de vieilles racines de *Rumex acetosa*, qui n'avaient pas moins de deux centimètres de diamètre, j'ai trouvé, en assez grande abondance, des vaisseaux remplis, les uns d'un liquide brun, les autres d'une substance jaune-claire, et qui se présentaient entourés d'un petit nombre d'éléments à parois épaissies, au pourtour desquels on voyait un anneau de tissu générateur en voie de segmentation centrifuge. Il est probable que la coloration des substances excrétées dans l'intérieur des vaisseaux variait avec l'âge même de ces substances, et que ces dernières brunissaient en vieillissant. Certaines cellules, voisines des réservoirs vasculaires, étaient également pleines d'un liquide semblable. S'y était-il formé ou bien y avait-il été excrété par les éléments voisins? C'est ce que je ne saurais dire. Le calibre d'un certain nombre de vaisseaux était obstrué par des thylles, expansions cellulaires en forme de vessie, qui se développent

dans l'intérieur des vaisseaux et ne sont que des diverticulum des cellules ligneuses adossées à leurs parois. A ce propos, je ferai deux courtes remarques. La première est celle-ci : quelques-uns de ces vaisseaux à demi-remplis par les thylles qui n'avaient pas encore eu le temps de se souder les unes aux autres, renfermaient en outre une telle quantité du liquide jaune-brun dont nous avons parlé que la surface extérieure des thylles s'y trouvait littéralement baignée, ce qui ne les empêchait nullement de vivre et de s'agrandir. Ma seconde remarque est la suivante. Jusqu'ici les thylles n'avaient été observées, comme le dit M. Duchartre(1), que « près de la section des branches taillées et de celle des boutures », par conséquent dans la tige seule. Or, voici des thylles dans la racine. Il est vrai qu'il s'agit ici de racines âgées. Mais, en faisant d'autres études d'anatomie végétale, j'ai rencontré des thylles dans les vaisseaux des racines très-vigoureuses de la Bryone dont j'avais semé des graines sur couches, et que j'étudiaissix mois après le semis. Cette fois il s'agissait donc de racines très-jeunes qui avaient, il est vrai, jusqu'à trois centimètres de diamètre, mais dont l'extrémité se trouvait toujours parfaitement intacte. Enfin, dans des racines intactes de Scammonée, racines qui n'avaient qu'un ou deux millimètres de diamètre, j'ai rencontré fréquemment les mêmes formations dans les vaisseaux. De ces divers faits il faut donc conclure, je crois, que les thylles se forment non-seulement dans la tige, mais encore dans la racine; non-seulement sur les organes sectionnés au voisinage de la section, mais encore sur des organes d'une intégrité parfaite; non-seulement enfin dans des organes âgés, mais encore dans des organes jeunes, puisqu'on les trouve dans des racines qui ont à peine six mois d'existence. La figure 4 de la planche XVII n'a trait qu'aux vaisseaux du *Rumex acetosa* considérés comme réservoirs de sucs excrétés par les éléments voisins. *a* et *a* sont des vaisseaux avec le liquide qu'ils renferment; *b* et *b* représentent les cellules remplies du même liquide et qui avoisinent les vaisseaux; *c*, enfin, reproduit les éléments périphériques en train de se segmenter.

Dans les racines du *Cnidium apioïdes*, on rencontre parfois, au niveau du collet, des vaisseaux gorgés de gomme-résine et autour desquels les cellules ligneuses se cloisonnent comme dans les diverses plantes énumérées jusqu'ici, avec cette différence que la segmentation s'arrête d assez bonne heure. Il n'est pas indifférent de rappeler que cette Ombellifère possède en même temps des canaux sécréteurs normaux.

Il n'est pas rare de trouver, dans la racine du Pissenlit, et notamment dans les variétés améliorées par la culture, des vaisseaux qui jouent le

(1) P. Duchartre, *Élém. de Bot.*, 2e édit., p. 73-74.

même rôle que les précédents. Notre figure 5 de la planche XVII représente un fragment d'une section transversale de racine sur lequel deux îlots sécréteurs, *a* et *b*, ont fusionné latéralement et se trouvent entourés d'une gaîne commune d'éléments en voie de segmentation. L'un des îlots, *b*, présente deux vaisseaux, tandis que l'autre, *a*, en a six, qui servent tous de réservoirs aux sécrétions des éléments ambiants. En *c*, on voit un troisième îlot, dont le centre est occupé par trois vaisseaux.

Dans l'intérieur des grosses racines du *Cirsium lanceolatum*, on a observé des faits de même ordre et que traduit suffisamment la figure 6 (Pl. XVII) pour que nous n'ayons pas à y insister davantage. Dans cette figure, *a* représente les deux vaisseaux centraux avec le liquide brun qui les remplit; en *b*, sont des éléments ligneux à parois un peu épaissies; en *c*, couche annulaire en train de se cloisonner; plus extérieurement, en *d*, les éléments normaux.

Nous avons été le premier à décrire les formations diverses dont la moelle des Plantaginées est le siége (1). Le *Plantago major*, notamment, possède dans cette partie de sa tige un riche réseau de canaux sécréteurs normaux avec segmentation périphérique. Leur structure, il est vrai, se complique au voisinage du cylindre ligneux avec lequel ils se mettent en rapport; mais ce n'est point ici le lieu d'insister sur ces faits. Nous nous bornerons à dire que souvent dans les vieilles tiges de cette plante, à côté des canaux sécréteurs médullaires, on trouve, dans le bois, des vaisseaux remplis d'une matière brunâtre et entourés plus ou moins complétement d'une gaîne de cellules qui se cloisonnent et sont telles que celles que nous avons décrites déjà à plusieurs reprises. La figure 7 (Pl. XVII), représente deux vaisseaux *a* avec la gaîne en question *b* qui existe d'un seul côté. Quant à la figure 8, elle reproduit la section transversale d'un canal sécréteur normal de la même plante. En *a*, le canal lui-même; en *b*, des éléments à parois épaissies et assez fortement réfringentes; en *c*, les cellules en voie de segmentation. Dans le Raifort, dont la tige est le siége d'autres faits fort curieux sur lesquels nous insisterons ailleurs, il n'est pas rare de rencontrer des vaisseaux groupés par trois ou quatre, remplis d'une substance liquide jaune et enveloppés d'une zone génératrice annulaire, à cloisonnement centrifuge. C'est ce que montre notre figure 8 (Pl. XVI) dans laquelle *a*, *a* sont les vaisseaux récepteurs, et *b* la couche génératrice périphérique. En résumé, comme nous croyons l'avoir prouvé par les quelques exemples qui précèdent, les sécrétions végétales intérieures que l'on avait considérées jusqu'ici comme pouvant être versées dans des cavités for-

(1) V. *Bullet. Société Linn. de Paris*, p. 189.

mées par la destruction des cellules (certaines glandes) ou par l'élargissement des méats (canaux sécréteurs) peuvent encore passer dans les cavités normales que forment les vaisseaux, lorsqu'ils perdent leur protoplasma et se remplissent d'air.

M. de LANESSAN

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

RECHERCHES SUR L'HISTOGÉNIE DES AXES SECONDAIRES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878* —

L'auteur se propose de compléter l'étude organogénique assez complète de ces axes qui a été faite récemment par Warming, par l'étude suivie pas à pas des divisions cellulaires destinées à leur donner naissance. Un premier fait observé est celui de la formation des axes femelles de l'*Hippuris vulgaris*. Une seule cellule de la couche située immédiatement au-dessus de l'épiderme sert à former par des divisions successives la feuille et l'axe qui, plus tard, paraîtra être né dans son aisselle. Ici l'axe a une origine commune avec la feuille axillante. Dans le Frêne, les choses se passent autrement; l'axe secondaire naît sur le dos de la feuille située au-dessus de celle dans l'aisselle de laquelle il se montrera à l'état adulte. Il est impossible dans ce cas de distinguer, au moment de la formation des axes secondaires, ce qui appartient aux feuilles de ce qui appartient aux axes primaires. Grâce à ces deux types de formation et à l'inégalité de développement des parties voisines du point sur lequel naissent les axes secondaires, l'auteur pense pouvoir, par les observations qu'il poursuit, arriver à interpréter convenablement les cas divers d'anomalie de situation des axes secondaires.

M. E. MER

Garde général des forêts.

DE QUELQUES EXEMPLES RELATIFS A L'ANTAGONISME DES INFLUENCES EXERCÉES PAR L'HÉRÉDITÉ ET LE MILIEU.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

On sait que les feuilles submergées diffèrent, entre autres caractères, des feuilles aériennes par l'absence de stomates. Cette distinction apparaît même sur celles dont le sommet est émergé, tandis que la base est sous l'eau. Mais dans la région intermédiaire on aperçoit quelques stomates (*Scirpus, Sparganium, Typha*, etc.). Ces différences sont naturellement attribuées aux influences exercées par les milieux. Or, si l'on examine ces feuilles lorsqu'elles sont très-jeunes et par conséquent encore submergées, on aperçoit déjà des stomates bien conformés, ce qui n'a rien de surprenant, puisque ces organes se constituent de très-bonne heure. La même remarque s'applique aux feuilles qui viennent flotter à la surface quand elles sont adultes. L'action de l'air ne s'étant pas encore exercée sur elles, on ne peut guère expliquer ce fait qu'en faisant intervenir une influence héréditaire, laquelle se fait principalement sentir sur celles qui, croissant à de grandes profondeurs, passent sous l'eau une partie considérable de leur existence.

Le *Subularia aquatica*, qui, en Belgique, se trouve tantôt à sec et tantôt submergé, selon les variations de niveau, est toujours inondé dans le lac de Longemer depuis un temps inappréciable. Il présente cependant sur ses feuilles quelques stomates bien constitués, et ses fleurs se fécondent à l'abri de la petite masse d'air recélée par leurs enveloppes qui demeurent closes.

Mais l'exemple le plus curieux sous ce rapport est fourni par le *Littorella Lacustris*. Cette plante se rencontre dans le lac de Gérardmer, sous l'eau ainsi que sur les rives. Dans cette dernière station, elle se garnit de feuilles aériennes qui se distinguent des autres, en ce qu'elles sont plus longues, plus minces, à cellules plus petites, à canaux aérifères plus étroits, mais surtout en ce qu'elles sont nuancées de stomates dont le nombre augmente de la base au sommet. De plus, elle fleurit. Sur le même pied, il n'est pas rare de rencontrer les deux sortes de feuilles ; mais alors, à l'extrémité de celles qui sont aquatiques on remarque quelques stomates, caractère qui se retrouve également sur les individus immergés à une faible distance de la rive et portant exclusivement des feuilles aquatiques. Ceux qui sont au contraire plus éloignés des bords ne possèdent que des feuilles dépourvues de stomates. Il est à remarquer que la longueur de ces dernières augmente avec la profondeur de l'eau, au moins dans une certaine mesure.

Dans le lac de Longemer, distant du précédent de quelques kilomètres seulement, mais situé à une altitude supérieure de 80 mètres environ, les choses

se passent un peu différemment. On y rencontre bien des pieds de *Littorelle* émergés portant également les deux sortes de feuilles, mais ils ne fleurissent pas, peut-être à cause du climat trop rigoureux, et ne se reproduisent que par des bourgeons issus de rhizomes. De plus, les feuilles aériennes ne possèdent pas de stomates à leur base, et ces organes font complètement défaut sur les feuilles aquatiques. Le caractère plus aérien que revêtent à Gérardmer les individus rapprochés des rives peut s'expliquer ainsi : provenant de graines fournies par les pieds émergés les plus voisins, ils héritent de la propriété de pouvoir former quelques stomates, même au sein de l'eau ; tandis qu'à Longemer, les pieds de *Littorelles*, ne se reproduisant que par bourgeons, conservent avec plus d'intégrité leur caractère aquatique. C'est pour la même raison, semble-t-il, que les feuilles même aériennes n'ont pas, dans cette dernière localité, de stomates à leur base. Et si ces organes sont distribués en moins grand nombre à la base des feuilles aériennes de Gérardmer qu'à leur sommet, cela tient probablement à ce que, le niveau du lac s'élevant parfois dans le courant de l'été, leur partie inférieure se trouve inondée, tandis que leur partie supérieure reste émergée, ce qui a pour résultat d'imprimer à cette dernière un facies plus aérien. On peut juger, par ces quelques exemples, du temps considérable qu'il faudrait à un milieu donné pour faire disparaître certains caractères transmis par l'hérédité.

10e Section

ZOOLOGIE

PRÉSIDENTS D'HONNEUR. . . . . MM. MILNE-EDWARDS, Doyen de la Faculté des sciences de Paris.
— ERNST HAECKEL, Professeur à l'Université d'Iéna.
— FÉLIX PLATEAU, Professeur à l'Université de Gand.
— FRANCESCO GASCO, Professeur de zoologie et d'anatomie à l'Université de Gênes.
— MAC LACHLAN, Entomologiste, à Londres.
— PICHO-MARCHI, Professeur de zoologie au Musée d'histoire naturelle de Florence.
PRÉSIDENT. . . . . M. DE QUATREFAGES DE BRÉAU, Membre de l'Institut, professeur au Muséum d'histoire naturelle de Paris.
VICE-PRÉSIDENT. . . . . M. le Dr JOLY, Correspondant de l'Institut à Toulouse.
SECRÉTAIRE. . . . . M. FERNAND LATASTE, Répétiteur à l'école des hautes études, à Paris.
VICE-SECRÉTAIRE . . . . M. RAPHAEL BLANCHARD, Préparateur du cours de physiologie à la Sorbonne, répétiteur à l'Institut national agronomique.

M. le Docteur N. JOLY,
Correspondant de l'Institut.
ET
M. le Docteur Émile JOLY,
Médecin-major de l'armée.

ÉTUDES SUR LES MÉTAMORPHOSES ET L'EMBRYOGÉNIE DES ÉPHÉMÉRINES, ET SPÉCIALEMENT SUR CELLES DE LA PALINGENIA VIRGO.

— *Séance du 23 août 1878.* —

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET RÉSUMÉ HISTORIQUE.

Tout le monde, à Paris, comme à Toulouse, connaît ces légers insectes aux ailes de gaze qui, chaque année, tantôt vers la fin du mois d'août, tantôt au commencement de septembre, voltigent, le soir, en nombre immense, autour des réverbères de nos quais, exécutent dans l'air des danses fantastiques, s'y livrent rapidement à l'amour, et bientôt retombent épuisés sur le sol qu'ils jonchent de leurs cadavres.

D'autres, plus nombreux encore, prennent leurs ébats au-dessus des eaux de nos fleuves, y laissent tomber leurs œufs microscopiques, et deviennent pour les poissons une *manne* abondante et féconde (1).

S'agiter pendant quelques heures, vivre sans goûter la plus légère nourriture, se reproduire et mourir, telle est la destinée qui leur est assignée par la Nature. Mais, dans son admirable prévoyance, elle les a doués d'une merveilleuse fécondité. Si des millions d'individus périssent à la fois, en revanche, la perpétuité de l'espèce est assurée, grâce au grand nombre d'œufs que pond chaque femelle, et qui, développés au sein des eaux, donneront naissance à de nouvelles générations destinées à parcourir les mêmes phases que leurs aînées, et à remplir le même rôle dans l'harmonie universelle.

La durée de la vie de l'insecte, parvenu à l'état parfait, est encore plus courte que ne l'indique son nom d'*éphémère*, puisqu'elle ne se prolonge ordinairement pas au delà de cinq ou six heures. Mais, beaucoup plus favorisée sous ce rapport, la larve qui sortira des œufs que la femelle a pondus, vivra deux ou trois ans au sein des eaux, s'y métamorphosera en nymphe, et au bout de deux ou trois mois, celle-ci deviendra un insecte parfait.

Connues dès la plus haute antiquité, puisque Aristote en fait mention (2), les Éphémères ont de tout temps attiré l'attention des naturalistes. Elles ont même inspiré les poëtes et les philosophes, et le nom de ces insectes sert encore à caractériser tout ce qui dure peu ici-bas.

Linné, dans son style pittoresque et concis, a décrit admirablement leur rapide existence :

« Volatiles factæ, dit–il, brevissimo fruuntur gaudio, uno sæpè eodemque die nuptias, puerperia et exsequias celebrantes (3) ».

Dans leurs admirables *Mémoires*, Swammerdam (4) et Réaumur (5) ont dépeint et illustré les mœurs des Éphémères de manière à laisser bien peu de chose à dire à leurs successeurs. Grâce à leurs travaux et à ceux de quelques naturalistes modernes, au nombre desquels il faut citer en première ligne F. J. Pictet (de Genève), le révérend A.-E. Eaton (de Londres), l'organisation extérieure des Éphémères est aujourd'hui bien connue, mais l'anatomie des organes intérieurs est à peine ébauchée (6). La description qu'en donne Swammerdam est souvent fautive, et les

(1) *La manne des poissons*: tel est, en effet, le nom que leur donnent les pêcheurs.
(2) ARISTOTE, *Traité des animaux*, traduction de Camus. Paris, 1788.
(3) LINNÉ, *Entomologia*, tom. III p. 16. Lugdini, 1789.
(4) SWAMMERDAM, *Bibliæ naturæ*. Leyde. MDCCXXXVII.
(5) RÉAUMUR, *Mémoires pour servir « l'histoire des insectes »*, tom. VI, Paris, 1742.
(6) Nous avons cherché à combler en partie cette lacune dans un travail qui a pour titre *Contributions à l'histoire naturelle et à l'anatomie des Ephémérines*, et qui a paru, en 1876, dans la *Revue des sciences naturelles*.

figures qui accompagnent son texte, très-belles pour le temps où il vivait, sont loin de reproduire l'exacte vérité.

Léon Dufour (1), F. J. Pictet (2), ne disent presque rien de l'organisation des Éphémères. La belle monographie du révérend Eaton (3), dont la première partie seulement est publiée, est jusqu'à présent muette sur ce point. Enfin, dans son récent ouvrage sur l'Entomologie, M. Maurice Girard lui-même ne fait que reproduire les quelques données fournies par Léon Dufour, et il a le tort d'affirmer que les premiers états de l'*Oligoneuria* sont inconnus (4).

Occupés, depuis plusieurs années, de l'étude des Éphémères en général, et particulièrement de la *Palingenia virgo*, qui se montre chaque année en quantité immense sur les bords de la Garonne, nous avons fait de continuels efforts pour combler, s'il était possible, les nombreuses lacunes qui existent encore dans l'histoire des ÉPHÉMÉRINES, considérée à tous ses points de vue.

L'un de nous, (le docteur Émile Joly), a eu l'heureuse chance de découvrir, dans les eaux de notre fleuve toulousain, un type nouveau, que Latreille avait pris à tort pour un crustacé, et dont il avait fait, par suite de cette erreur, un genre spécial sous le nom de PROSOPISTOMA.

Nous avons eu l'occasion de démontrer que ce prétendu crustacé n'est rien autre chose qu'un véritable insecte, probablement très-voisin des genres *Baetisca*, de l'Illinois, et *Oniscigaster*, de la Nouvelle-Zélande, qui appartiennent tous deux à la famille des ÉPHÉMÉRINES (5).

C'est encore à l'un de nous (Émile Joly), que les entomologistes devront la connaissance des premiers stades, jusqu'alors ignorés, par lesquels passent les genres *Cœnis* et *Oligoneuria* (6).

Swammerdam avait annoncé que les larves des *Palingenies* sortent de l'œuf avec la forme et les organes qu'elles conserveront jusqu'au moment de la nymphose. Or, en étudiant l'embryogénie des *Palingenia virgo*, nous avons eu l'occasion de constater, chez la jeune larve, des faits curieux d'*hypermétamorphose*, inconnus avant nous, faits qui rappellent ceux que l'un de nous (le docteur N. Joly) a déjà signalés chez les larves d'ŒSTRIDES et, mieux encore, ceux qu'il a décrits chez une petite salicoque d'eau douce appartenant au genre *Caridina*.

(1) LÉON DUFOUR, *Mémoires des Savants étrangers*, tom. VII, 1841.
(2) F.-J. PICTET, *Monographie des Ephémérines*, Genève, 1843-1845.
(3) A.-E. EATON, *A Monograph of Ephemerinæ*, in the Transactions of the entomological Society of London, for the year, 1871, part. I.
(4) MAURICE GIRARD, *Manuel élémentaire d'entomologie*. tom. II, p. 377. Paris, 1876,
(5) Voy. *Annales des Sciences naturelles*, tome XVI, 5e série, p. 10 (1872), et *Revue des Sciences naturelles*, tome V, juin 1875.
(6) Em. Joly. Mémoire sur le genre CŒNIS, in *Bulletin Soc. d'histoire naturelle de Toulouse*, tome IV, et la Note sur les premiers états du genre OLIGONEURIA; in *Bulletin Soc. d'étude des sciences naturelles de Nîmes*, avril 1878.

Enfin, nous avons pu indiquer, d'une manière précise, une particularité que Swammerdam disait être connue de Dieu seul (*soli Deo notam*), à savoir le temps nécessaire à l'éclosion des œufs de la *Palingenia virgo*.

Le travail que nous avons l'honneur de soumettre aujourd'hui même à la bienveillante attention de l'Assemblée, a pour but essentiel d'ajouter quelques faits nouveaux à l'histoire des métamorphoses chez les ÉPHÉMÉRINES, et surtout de faire connaître leur embryogénie.

Occupons-nous d'abord de ce dernier sujet. Le premier, d'ailleurs, c'est-à-dire les *métamorphoses*, y est comme implicitement renfermé.

EMBRYOGÉNIE DES ÉPHÉMÉRINES, NOTAMMENT DE LA PALINGENIA VIRGO.

A l'exception du mémoire de *Luigi Calori sulla generatione vivipara della Chloe diptera*, il n'existe, à notre connaissance, aucun travail relatif à l'embryogénie des *Éphémères*. On peut même dire que tous les actes qui concourent à la reproduction de ces insectes singuliers sont enveloppés d'un voile mystérieux. Leur accouplement a été diversement décrit par les divers observateurs qui se sont occupés de ce sujet. Swammerdam prétend même que la copulation n'a jamais lieu, et il pense que les œufs sont fécondés par la liqueur du mâle à la manière de ceux des poissons (1). Erreur manifeste, puisque les œufs de *P. virgo* recueillis par nous, immédiatement après la ponte, sur les dalles du quai qui borde la Garonne, à Toulouse, se sont développés jusqu'à éclosion, dans de petites cuvettes, sortes de lacs artificiels, où *très-certainement* aucun mâle n'était venu leur donner le *baptême séminal*.

Réaumur a parlé de l'accouplement des *Ephémères* d'une manière assez vague, pour que l'on soit enclin à soupçonner qu'il ne l'a jamais vu. Calori et nous n'avons pas été plus heureux. Il en est de même de F.-J. Pictet, car il garde un silence complet sur cet acte important. Plus favorisé que ses devanciers, Eaton nous a dépeint, en témoin oculaire, les amours aériennes des insectes dont nous nous occupons. Suivant lui, « Pour s'accoupler, le mâle vole sous la femelle, et saisit son prothorax avec ses pattes antérieures allongées : en même temps, il courbe le bout de son abdomen en haut et en avant, et il embrasse avec son forceps le segment convenable du corps de la femelle. Pendant l'union, qui est de courte durée, le couple est principalement soutenu par la femelle, et il descend lentement dans l'air, arrivant parfois jusqu'à terre. Quand les sujets se séparent, le mâle rejoint ses compagnons. La femelle se dirige vers l'eau, et se débarrasse de ses œufs fécondés, opération qu'elle exécute en plusieurs temps, jusqu'à ce que les œufs, peu à peu expulsés, finissent par se détacher et tomber. Cela fait, la femelle, dans quelques

(1) SWAMMERDAM. *Biblia Naturæ*, tome I, p. 235. Leyde, 1737.

genres, retourne à l'assemblée générale, s'accouple de nouveau, et dépose encore des œufs, et ainsi de suite, jusqu'à ce que tous les œufs aient été employés. Ainsi la même femelle peut être servie pas plusieurs mâles, et pareillement le même mâle peut souvent féconder plusieurs femelles, n'étant pas épuisé par un seul coït. Mais, dans d'autres genres, l'acte copulateur une fois accompli, les œufs sont déposés en un seul et même paquet (1). »

Ce dernier cas s'applique à la *Palingenia virgo*.

Chez elle, la ponte a lieu presque immédiatement après la fécondation. Les œufs sortent des oviductes sous la forme de deux grappes ou masses allongées, accollées parallèlement l'une à l'autre, et renfermant chacune, au dire de Réaumur, environ 350 à 400 œufs, 7 à 800 en tout pour une seule femelle (2).

La longueur de ces grappes est de 9 millimètres : leur diamètre transversal ne dépasse pas 5 millimètres.

La femelle laisse tomber ses œufs un peu partout, et en condamne ainsi un grand nombre à périr. Mais le plus souvent elle se balance pendant un certain temps au-dessus de la surface des eaux à courant peu rapide, et elle y dépose ses grappes ovigères. A peine celles-ci ont elles subi le contact du liquide, qu'elles se désagrégent et, dès lors, les œufs qui les composaient tombent isolément sur le fond plus ou moins vaseux et plus ou moins garni de cailloux formant le lit de la rivière. Là, ils adhèrent fortement au limon ou aux cailloux, au moyen du vernis spécial qui les recouvre, et ils tapissent la surface des galets comme le feraient les grains disséminés du sable le plus fin.

C'est ainsi, du moins, qu'ils se comportaient dans les petites cuvettes de porcelaine où nous avions déposé ceux dont nous voulions étudier le développement. Ils adhéraient tellement au fond des cuvettes, que nous pouvions changer l'eau sans les détacher.

En renouvelant fréquemment (3) l'eau de ces lacs en miniature; en ayant soin de la soustraire à une temmpérature trop élevée en été ou trop basse en hiver, nous avons pu étudier, ce qui n'avait point encore été fait avant nous, et les diverses phases de l'évolution de l'œuf, et la durée de l'incubation de cet œuf dans l'état de captivité.

Examiné séparément, il ressemble à un petit grain de sable demi-transparent, d'un blanc jaunâtre, de forme ovoïde, dont le petit bout serait surmonté d'une sorte de calotte de couleur brune, de consistance spongieuse, et constituée par un grand nombre de tubes ou cellules

(1) *La Famille des Éphémérines*, par le Rev. A. E. Eaton, traduit de l'anglais par le docteur Émile Joly, p. 4.

(2) Nous croyons que Réaumur a un peu exagéré le nombre des œufs : nous n'en avons compté généralement que 240 à 250 dans chacune des deux masses ovigères.

(3) Il est bon de la renouveler deux fois par jour en hiver, plus souvent en été.

concentriquement disposées, au milieu desquelles nous avons cru apercevoir le *micropyle*.

Mesuré dans le sens de son plus grand diamètre, l'œuf de la *P. virgo* ne dépasse pas un quart de millimètre.

La coque en est assez dure, adhère à la calotte spongieuse, et résiste longtemps à l'action destructive de l'eau, même après l'éclosion.

Le vitellus se compose, comme à l'ordinaire, d'une foule de gouttes huileuses, destinées soit à la formation des organes, soit à la nutrition du jeune individu. C'est toujours vers le gros bout de l'œuf que commence son développement : c'est là que les sphérules vitellines se transforment d'abord en un *blastoderme* finement granuleux. A cet endroit, le contenu de l'œuf devient plus transparent, et du cinquième au sixième jour de l'incubation, l'on aperçoit vaguement la partie qui deviendra la tête. Celle-ci se détache en forme de croissant sur le fond obscur du vitellus ; puis, peu de jours après, au pôle opposé de l'œuf, se dessine l'abdomen, dont la segmentation précède de beaucoup celle du thorax et commence toujours par son extrémité sétigère. Les soies caudales elles-mêmes apparaissent de bonne heure : on les voit très-bien formées sur des embryons âgés d'une quinzaine de jours.

D'abord on n'aperçoit dans la masse blastodermique qui représente la tête, ni yeux, ni bouche, ni antennes. Mais dès que les yeux ont apparu sous forme de taches noires, composées de fins granules de même couleur, et même un peu avant cette époque, on voit surgir, sur les parties latérales de la tête, deux paires de tubercules ou appendices, représentant les mandibules et les mâchoires. Le labre et la lèvre inférieure se montrent beaucoup plus tard.

Les antennes ressemblent à deux grosses tiges coniques, obscurément tri ou quadriarticulées, dont l'extrémité libre se dirige vers la partie caudale.

Les pattes se montrent sous une forme analogue, et se replient contre le thorax au fur et à mesure qu'elles grandissent. Leurs articulations sont d'abord très-peu distinctes ; mais elles ne tardent pas à le devenir, et l'on y distingue alors toutes les parties qui, chez l'adulte, constituent ces organes locomoteurs. L'abdomen, qui croît de plus en plus en longueur, laisse voir petit à petit les neuf segments (1) dont il est pourvu au moment de l'éclosion ; mais il est replié en forme d'arc au devant du thorax et de la masse céphalique, qu'il finit par masquer en partie. Les soies caudales naissent de bonne heure, avons-nous dit, sous le dernier anneau abdominal (le premier dans l'ordre de formation) ; mais comme les autres appendices *(antennes, mandibules, maxilles)* elles sont

(1) Eaton admet, mais à tort, selon nous, que l'abdomen des Ephemères est formé de dix segments.

dans le principe, dépourvues de toute segmentation et, qui plus est, de toute villosité.

Pendant tout le temps que l'animal est dans l'œuf, on ne voit chez lui aucun organe interne complétement achevé. L'intestin lui-même n'est indiqué que par une masse allongée de gouttelettes huileuses et de granules vitellins, occupant l'axe du corps, et destinée à être englobée par la membrane intestinale, dont les portions antérieure et postérieure seules sont déjà formées.

Dans ses *Observations sur le développement des Annélides* (1) M. H. Milne-Edwards a constaté le même développement tardif de la portion intermédiaire du tube digestif chez ces invertébrés. Inutile de dire que le vitellus devient de moins en moins abondant, au fur et à mesure que le corps et ses appendices se développent : comme chez tous les insectes, c'est la région dorsale qui est la dernière à se former.

Notez que pendant très-longtemps (environ deux mois), tous les organes, mais surtout la partie céphalique, sont d'une si faible consistance, qu'ils diffluent à la manière du *sarcode*, si l'on extrait l'embryon de l'œuf et si on l'examine sous l'eau.

Au moment de l'éclosion, la jeune larve de *P. virgo* est encore dépourvue de plusieurs organes qui sembleraient indispensables à la vie, et dont l'apparition tardive a lieu de nous surprendre. Ainsi, elle ne possède d'abord ni système nerveux ou musculaire visibles, ni appareil circulatoire, ni organes spéciaux pour la reproduction, ni tube digestif complet. Sa bouche est moins bien armée et ses pattes sont moins velues que chez la larve adulte. Ses antennes et ses soies caudales n'ont ni le même nombre d'articles, ni la villosité qu'elles acquièrent plus tard, en un mot, comparée à ce qu'elle doit être peu de temps avant la nymphose, elle est, on peut le dire, un animal très-imparfait (2). Sous cette première forme, la *P. virgo* rappelle donc l'état permanent des *Nemoura trifasciata et variegata*, comme elle entièrement dépourvues de branchies trachéennes.

Un peu plus tard (vers le huitième ou dixième jour après son éclosion), les fausses branchies apparaissent successivement sous la forme de cæcums tubuleux, placés dans l'angle postérieur des six premiers anneaux de l'abdomen, et doués d'une transparence cristalline, comme l'est, du reste, celle du corps tout entier. La longueur de l'animal ne dépasse pas un millimètre et demi. Quelques jours après, les branchies tubuleuses se sont transformées en une double membrane aplatie, à parois

(1) Voy. *Annal. Scienc. nat.* 3e série, tome III, p. 145.

(2) L'étude des métamorphoses de la *Caridina Desmarestii* nous a offert des faits entièrement analogues à ceux que nous venons de décrire chez la je   larve de *P. virgo*. (Voy. dans les *Annales des Sciences natur.*, 2e série, tome XIX, p. 33, année 1844. notre Mémoire intitulé :

contiguës, allongée, comme pectinée à son extrémité libre. Un peu plus tard encore, cette même membrane s'élargit, le nombre de ses dentelures augmente, et l'on aperçoit, entre ses deux lames, de très-fines trachées.

Deux mois de plus ne se sont pas écoulés, que les tubes ou cœcums branchiaux primitifs sont devenus des branchies lamelleuses, lancéolées, frangées sur leurs bords de poils tubuleux, et laissent voir, grâce à leur transparence parfaite, le tronc axal trachéen qui se relie avec un tronc plus considérable, lequel longe l'un des deux côtés de l'abdomen, et se réunit à son congénère de l'autre côté par des branches transversales. Quant au tronc axal lui-même, il se ramifie déjà dans la double membrane branchiale, devenue tout à la fois un organe de respiration active et une rame puissante qui, avec le concours de cinq paires d'avirons semblables à ceux du premier anneau de l'abdomen, constituent autant d'organes locomoteurs que l'animal agite sans cesse, et qui le font avancer comme la galère antique, dont Maraldi lui a donné le nom.

Avec l'apparition des cœcums branchiaux coïncide celle des globules sanguins, que l'on voit circuler, ou plutôt osciller dans le vaisseau dorsal, alors très-difficile à distinguer.

Mais huit ou dix jours après, la larve de *P. virgo* est indubitablement pourvue d'un cœur, dont les contractions sont très-visibles à l'aide du microscope. La vraie circulation est établie. et l'on voit les globules sanguins cheminer plus ou moins rapidement vers les parties latérales du corps, et d'avant en arrière, pour rentrer dans le vaisseau dorsal, lequel doit les emporter, à son tour, dans le sens opposé, c'est-à-dire d'arrière en avant. Mais, sur les jeunes larves âgées déjà de cinq mois, nous n'avons pu voir aucune trace de circulation sanguine ni dans les pattes, ni dans les soies caudales, ni même dans les branchies. Nul doute cependant que les globules sanguins ne pénètrent même jusqu'à l'extrémité des pattes, et fort loin dans les soies caudales, chez la larve presque adulte de la *Chloë diptera*. Nous nous en sommes assurés par l'inspection microscopique, et nous avons eu ainsi l'occasion d'admirer l'exactitude des dessins à l'aide desquels *Carus* et *Verloren* ont représenté la circulation sanguine chez l'insecte dont il s'agit.

Parvenues au sixième mois de leur existence hors de l'œuf, nos larves de *P. virgo* avaient considérablement grandi. L'une d'elles, examinée le 5 septembre 1872, n'avait pas moins de 12 millimètres de longueur.

Études sur les mœurs, le développement et les métamorphoses d'une petite salicoque d'eau douce (*Caridina Desmarestii*), suivies de quelques réflexions sur les métamorphoses des Crustacés décapodes en général.)

Il existe même, dans la vie tout aquatique de notre petite salicoque toulousaine, un moment où elle ressemble tout à fait, et par sa structure buccale, et par le nombre de ses organes locomoteurs, à un insecte laxapode.

Une de ses sœurs examinée le 27 juillet de la même année, ne mesurait que 7 millimètres.

Chez les individus dont la taille atteignait 11 à 12 millimètres, les fausses branchies, alors formées de deux doubles lamelles transparentes et élégamment frangées sur les bords, s'étaient beaucoup accrues dans tous les sens, et chacune de leurs deux lamelles composantes était parcourue, dans son milieu, par une branche trachéenne émanée du tronc principal bifurqué. De chacune des bifurcations primaires partaient des rameaux plus petits, subdivisés eux-mêmes en très-fins ramuscules

La jeune larvule âgée de six à sept mois est donc pourvue d'un appareil respiratoire et d'un appareil circulatoire qu'elle gardera pendant toute sa vie aquatique. Sa bouche, moins bien armée qu'elle ne le sera plus tard, se compose néanmoins de tous les organes qu'on observe à un âge plus avancé, savoir :

1° *Un labre* quadrangulaire, échancré en avant et sur ses bords latéraux.

2° *Une paire de mandibules*, en forme de crochets robustes et velus, faisant saillie en avant du labre, et portant à leur base une pièce dentelée, que Réaumur compare à une demi-molette d'éperon, et que nous comparerons plus justement, croyons-nous, à une herse ou à un râteau muni de quatre ou cinq dents coniques et recourbées.

3° *Une paire de mâchoires* ou *maxilles* en forme de brosses convexes extérieurement, et garnies, sur leur côté interne, d'un grand nombre de poils raides qui, en s'entrecroisant lors du rapprochement latéral des mâchoires, constituent une espèce de crible, à travers lequel l'insecte tamise la terre qui contient les matières organiques dont il se nourrit. Les brosses en question sont fixées sur un long pédicule, portant à sa base une palpe dentelée au sommet et triarticulée.

4° Enfin, une *lèvre inférieure* quadrifide, munie de deux grosses palpes triarticulées.

La larve de la *P. virgo* appartient à la catégorie des larves fouisseuses, munies d'organes respiratoires en forme de feuilles frangées, tandis que l'*Ephemera vulgata*, fouisseuse comme la précédente, a des branchies hoppiformes.

De quoi se nourrissent nos bestioles ? Probablement, et même certainement, des détritus organiques contenus dans la vase où elles creusent leurs galeries. Nous les avons vues grandir, sans leur donner d'autre nourriture que la vase qui recouvrait le fond de la cuvette ; souvent aussi nous les avons observées au moment même où elles rendaient leurs excréments sous la forme de petits cylindres entièrement composés de limon.

Peu de changements s'opèrent chez la larve jusqu'au moment de la nymphose : mais ceux qu'elle a déjà subis nous autorisent à dire

qu'elle nous offre un exemple frappant d'*hypermétamorphose* analogue à ceux que nous avons signalés, il y a déjà longtemps, chez les larves d'Œstrides (*Œstrus equi*), chez la *Caridina Desmarestii*, et même chez ce joli poisson chinois (le *Macropode paradisier*), dont M. Carbonnier a fait connaître les mœurs à tant d'égards intéressantes.

Il y a, en effet, dans la vie aquatique des larvules de *P. virgo*, et très-probablement dans celle des *Éphémères*, en général, un moment où l'insecte respire uniquement par la peau ; où le cœur et la circulation n'existent pas ; où le tube digestif, bien que les organes buccaux soient formés, est encore presque uniquement rempli par les globules vitellins au milieu desquels il a pris naissance.

Les fausses-branchies se montrent ensuite sous la forme de cœcums tubuleux, supendus aux angles supérieurs, des six premiers segments abdominaux. Puis, en se compliquant de plus en plus, elles prennent la forme d'une double lamelle d'abord simplement dentelée, ensuite garnie sur ses bords de poils tubuleux, parcourue par un gros tronc et par de fins ramuscules trachéens, et offrant, en définitive, l'aspect d'une double feuille lancéolée.

Les observations de *Luigi Calori*, tout incomplètes qu'elles sont, et les dessins qui accompagnent son *Mémoire*, nous portent à penser que la *Chloë diptera*, ou mieux, *viripara* (1), peut-être même toutes les espèces d'Éphémérines, subissent une *hypermétamorphose* semblable à celle que nous venons de décrire chez la *Palingenia virgo*.

Un des faits les plus difficiles à constater, de l'aveu même de Swammerdam, c'est le temps nécessaire à l'éclosion des œufs d'*Ephémérines*. Il dit, en parlant de ceux de la *Palingenia longicauda*, ainsi nommée à cause des longues soies caudales dont la larve est pourvue : « Quamdiù autem hoc ovulum in fundo fluminis delitescat, et quot demum dierum intervallo tenelli inclusi vermiculi membra idonea fiant tunicæ quâ ambiuntur perrumpendæ, primisque suis exuviis deponendis, DICTU SANE QUAM DIFFICILLIMUM EST, NEC SOLI DEO NOTUM, iis qui formam vitamque dedit » (*Biblia Naturæ*, tome I, p. 236).

Ce qu'il y a de certain, c'est que ni Réaumur, ni Geoffroy, ni F.-J. Pictet, ni le Rév. Eaton, ni aucun autre naturaliste moderne n'avaient pu résoudre cette réelle difficulté. Il nous a fallu à nous-mêmes huit ans d'essais et de persévérance pour parvenir à fixer notre opinion à cet égard. Enfin, en 1872, nous avons eu le plaisir vivement senti de voir éclore soit au commencement, soit vers la fin du mois de mars, des œufs que nous avions recueillis le 25 août de l'année précédente, épo-

(1) Cette espèce est en effet réellement *vivipare*.

que ordinaire, et presque à jour fixe, de l'apparition des nuées de *Palingenia virgo* sur les bords et sur les quais de la Garonne.

Nous ignorons encore complétement, et tous les naturalistes ignorent avec nous, le temps précis qui s'écoule entre la sortie de l'œuf et le passage à l'état d'insecte parfait.

Swammerdam porte à *trois* ans la durée de la vie aquatique des Ephémères. Réaumur en fixe le terme à *deux* ans. Qui croire? On ne connait même ni l'époque précise, ni la durée de la nymphose; mais on sait depuis longtemps qu'avant de passer à l'état d'*imago*, l'insecte ailé parvenu à cet état que l'on désigne sous le nom de *subimago*, devra (au moins chez la plupart des genres) se débarrasser une dernière fois des téguments qui l'enveloppent *(mue postnymphale)*.

Cette dernière mue accomplie, il pourra prendre son essor définitif et convoler à ses amours.

Voici donc les principales phases de la vie de nos Éphémères :

1° L'œuf.

2° L'état que les Anglais appellent *immature (immature condition)* et qui comprend la *larvule*, la *larve* et la *nymphe*.

3° L'état parfait { Avant la dernière mue = *Subimago*. Postnymphal. Après la dernière mue = *Imago*. }

Les deux premiers stades sont aquatiques : le dernier se passe dans l'air.

En résumé :

Si les mœurs des Éphémères sont bien connues, grâce aux beaux travaux de Swammerdam, de Réaumur et de quelques naturalistes modernes, il n'en est pas de même des divers états par lesquels passent plusieurs espèces, jusqu'à présent observées seulement à l'état parfait.

Le genre *Prosopistoma*, qui n'est pas un crustacé, comme le croyait Latreille, mais bien un véritable insecte, offre même une énigme dont nous n'avons pas encore le mot définitif. Cet insecte tel que nous l'avons décrit, est-il à l'état parfait, ou bien n'avons-nous jusqu'à présent trouvé que sa larve ou sa nymphe? L'absence des organes génitaux chez tous les individus par nous observés, nous fait penser qu'ils étaient à l'état larvaire. Mais nous le disons avec autant de regret que de franchise, jusqu'à présent tous nos efforts pour arriver à la solution de ces questions embarrassantes, sont demeurés malheureusement sans résultats.

Quoi qu'il en soit, nos études sur l'embryogénie des vraies *Éphémères* nous ont prouvé que :

1° Ces insectes subissent des métamorphoses plus nombreuses et plus tranchées qu'on ne l'avait cru et dit avant nous;

2° Swammerdam a donc eu tort d'écrire, dans son *Biblia Naturæ*, que les larves d'Éphémères, en sortant de l'œuf, ne diffèrent des larves adultes ni quant à leur forme, ni quant à leur organisation;

3° Ces larves, au contraire, subissent des changements très-marqués, puisqu'elles naissent sous une forme très-différente de la forme adulte, et qu'elles sont privées, à leur sortie de l'œuf, de plusieurs organes importants *(fausses branchies, appareil circulatoire, etc.)* dont la larve adulte sera pourvue;

4° Il y a donc ici *hypermétamorphose* réelle, ou du moins *polymorphisme* à l'état larvaire, absolument comme chez les Crustacés décapodes, notamment chez la *Caridina Desmarestii*, avec laquelle les larvules d'Éphémères offrent, quant à leur développement, de nombreux points de ressemblance;

5° Le *Prosopistoma punctifrons* relie plus étroitement encore les Insectes aux Crustacés;

6° Un autre fait que nous avons très-bien constaté, c'est la durée précise de l'incubation de l'œuf chez la *P. virgo*.

Elle est de 6 mois au moins, et de 7 mois au plus. Swammerdam ne serait donc plus autorisé à dire aujourd'hui que cette durée n'est connue que de Dieu seul, « *Soli Deo notum* ».

7° Enfin, après les observations que nous avons faites, l'illustre auteur des *Biblia Naturæ* ne serait plus autorisé à soutenir que les larves d'Éphémères, en sortant de l'œuf, *ne diffèrent des larves adultes ni quant à leur forme, ni quant à leur organisation.*

DISCUSSION.

M. Mac Lachlan dit que ses observations personnelles confirment en partie les observations de M. Joly; mais qu'il est loin d'avoir vu tous les faits découverts par notre Vice-Président; il confirme tout particulièrement les découvertes de M. Joly relativement au *Prosopistoma*, que l'on a considéré pendant longtemps comme un crustacé, ce qui est manifestement une forme larvaire.

M. de Quatrefages demande si M. Joly a constaté chez le *Prosopistoma* l'existence des organes reproducteurs.

M. Joly répond qu'on n'a pas rencontré les organes reproducteurs, et que par conséquent le *Prosopistoma* ne peut être considéré comme une forme adulte.

M. de Quatrefages rappelle à ce sujet une observation qu'il a faite sur un animal observé par lui dans un ruisseau des Cévennes, et qui reproduisait une forme signalée par M. Milne Edwards, comme un crustacé. Ce prétendu crustacé aurait donné naissance à des mouches.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XVIII.

Fig. 1. — *Ephemera vulgata*, Linné (mâle *imago*), d'après J. J. Pictet. *Grand. nat.*
Fig. 2. — *Palingenia virgo*, Pictet (femelle *imago*), id. *id.*
Fig. 3. — Larve de *Palingenia virgo* adulte, d'après A. Schœffer. *id.*
Fig. 4. — Nymphe de *Palingenia Rœselii*, Em. Joly. Dessin original.
Fig. 5. — Les deux masses ovigères (*m, o*), sorties de l'ovaire au moment de la ponte et demeurées suspendues à l'abdomen d'une femelle de *P. virgo*.
Fig. 6. — Masses ovigères pondues. *Grand. natur.*
Fig. 7. — Œufs isolés. *id.*
Fig. 8. — Un de ces œufs vu au microscope; *a*, sorte de bourrelet ou de cupule spongieuse qui entoure la partie inférieure ou base de l'œuf.
Fig. 9. — Une des gaines ovigères, avec les quatre œufs qu'elle renferme.
Fig. 10. — Ovule dans lequel on voit la vésicule de Purkinje, mais pas encore de globules vitellins.
Fig. 11 et 12. — Autres ovules dans lesquels on aperçoit cette vésicule (*v*) et les globules vitellins (*g. v.*).
Fig. 13, 14, 15, 16. — Œufs encore incomplets, observés dans l'ovaire après la ponte.
Fig. 17. — Embryon qui commence à se former dans l'œuf, examiné quinze jours après la ponte.
Fig. 18. — Le même plus avancé dans son développement.

t, tête; *a*, antennes; *y*, yeux ou taches oculaires; *m*, *m'*, mandibules et maxilles; *pp*, pattes; *ab*, abdomen replié vers la tête; *s*, soies caudales.

Fig. 19. — Embryon près d'éclore. Dans cette figure, les mêmes lettres indiquent les mêmes parties que dans la fig. 18.
Fig. 20. — Embryon de *P. virgo* extrait de l'œuf deux ou trois jours avant l'éclosion.

t, tête; *a*, antennes; *y*, yeux ou taches oculaires; *p*, pattes; *ab*, abdomen; *v*, vitellus; *d*, région dorsale non encore formée.

Fig. 21. — Œuf de *Baetis sulphurea*, muni d'une cupule ou bourrelet à chacune de ses extrémités.
Fig. 22. — *Prosopistoma punctifrons*, Latreille. (*Binocle à queue en plumet*, Geoffroy), trouvé pour la première fois dans la Garonne en 1869, par le Dr Émile Jolly. *Grand. nat.*
Fig. 23. — Le même insecte grossi.
Fig. 24. — Quelques cœcums de ses fausses branchies (1).
Fig. 25. — Jeune larve de *Palingenia virgo*, quelques jours après sa sortie de l'œuf. *Fortement grossie.*
Fig. 26. — La même, âgée de dix ou douze jours.

a, antennes; *o, o, o*, les trois ocelles; *y*, les yeux; *c.m*, crochets mandibulaires; *pp*, pattes thoraciques; *i*, intestin; *a*, anus.

Les cœcums branchiaux *c,c* ont fait leur apparition à l'angle postérieur des cinq premiers anneaux de l'abdomen; *s*, soies caudales.

Fig. 27. — Crochet mandibulaire d'une larve qui vient de naître.
Fig. 28. — Id. id. âgée d'un mois.

(1) N. B. La présence des trachées *a, a* dans ces mêmes cœcums suffirait, à elle seule pour prouver péremptoirement que cet animal est un Insecte et non un *Crustacé*.

Fig. 29. — Mandibule *m* et antenne *a* d'une larve âgée de six mois, d'après une dépouille provenant de l'une des mues.

Fig. 30. — Crochet mandibulaire *(c)* d'une larve de même âge ou un peu plus avancée; *d*, dents terminales de ce crochet; *m*, vraie mandibule *(demi-molette d'eperon*, Réaumur), ou plutôt la *herse* à dents aiguës dont le crochet mandibulaire est muni à sa base.

Fig. 31. — Maxille *(m)* et palpe maxillaire *p.m.* d'une larve de *P. virgo* âgée de six mois.

Fig. 32. — Lèvre inférieure d'une larve âgée d'un mois ; on voit en *l* ses quatre lobes; en *p*, ses palpes labiales.

Fig. 33. — Une des palpes labiales isolées.

Fig. 34. — Labre ou lèvre supérieure.

Fig. 35. — Cœcums branchiaux primitifs *(c, c)* fixés à l'angle postérieur des deux premiers anneaux de l'abdomen.

Fig. 36, 37, 38, 39, 40. — Formes successives que prennent les cœcums branchiaux avant de devenir de fausses branches trachéennes.

Fig. 41. — Une de ces fausses branchies devenue lamelleuse, lancéolée, frangée sur les bords, et parcourue dans son milieu par une trachée *(t)*, d'où émanent de fines trachéoles *(t' t')*.

Fig. 42. — Les deux lamelles qui composent les fausses branchies d'une larve de *Palingenia virgo* âgée de six mois, et alors en tout semblable à l'adulte, sauf pour la taille.

T, tronc trachéen qui, en se bifurquant *(t, t)*, se rend dans les deux lamelles branchiales.

M. JOUSSET de BELLESME

Professeur à l'École de médecine de plein exercice de Nantes

SUR LE VOL DES CÉTOINES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. Jousset de Bellesme, professeur à l'École de médecine de Nantes, a fait de curieuses observations sur le vol des cétoines. Chacun sait que ces insectes volent les élytres appliquées sur le dos. Les ailes membraneuses sortent latéralement par une échancrure du bord externe de l'élytre. M. Jousset a étudié avec soin la forme de cette échancrure et il montre qu'en appuyant plus ou moins les élytres contre son abdomen, l'insecte peut régler et diriger son vol à volonté. Le rôle qui, chez les Diptères, est dévolu aux balanciers, c'est-à-dire à la seconde paire d'ailes modifiées, paraît chez les cétoines appartenir à la première paire d'ailes, c'est-à-dire aux élytres.

DISCUSSION.

M. Joly demande quel est le rôle des élytres soudées.

M. Plateau répond que dans le cas des élytres soudées, les ailes sont toujours rudimentaires et ne peuvent servir pour le vol.

M. Félix PLATEAU
Professeur à l'Université de Gand

LES MOUVEMENTS ET L'INNERVATION DU CŒUR CHEZ LES CRUSTACÉS

— *Séance du 23 août 1878.* —

NOTICE PRÉLIMINAIRE

Malgré de nombreuses recherches sur la structure et les mouvements de l'organe central de la circulation des animaux articulés (1), malgré plusieurs données précieuses recueillies par Lemoine (2), Dogiel (3), et Berger (4) touchant la disposition et les fonctions de la partie cardiaque du système nerveux des Crustacés, la physiologie du cœur de ces animaux n'est point un sujet épuisé. Le résumé suivant de quelques résultats auxquels je suis arrivé prouvera, je l'espère, que le champ à explorer est encore vaste et que l'étude expérimentale que j'ai entreprise offre de l'intérêt.

J'emploie deux moyens puissants d'investigation, la méthode graphique et les poisons appelés poisons du cœur.

Jusqu'à présent, mes expériences n'ont porté que sur deux crustacés, l'Écrevisse et le Crabe commun *(Carcinus mœnas)*; elles seront étendues, plus tard, à d'autres espèces et, s'il est possible, à d'autres groupes tels que les insectes.

(1) Voyez pour l'énumération et l'analyse d'un grand nombre de travaux sur cette matière : Milne Edwards. *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux*, tome III, p. 179 et suivantes. Paris 1858. Je résumerai les recherches récentes dans un Mémoire étendu.

(2) Lemoine. *Recherches pour servir à l'histoire des systèmes nerveux, musculaire et glandulaire de l'Ecrevisse.* Thèse. Paris, 1868. (Reproduit dans *les Annales des sciences naturelles*, 5e série tome IX, 1868.)

(3) Dogiel. *De la structure et des fonctions du cœur des crustacés.* (Archives de physiologie... etc. de Brown Sequard. 9e année, 1877, p. 400 et Comptesrendus 1876, tome LXXXII, p. 1117.)

(4) Emil Berger. *Uber das vorkommen von Ganglienzellen im Herzen von Flusskrebs* (Sitzb. der K. Akad. der Wissensch. Wien 1876.)

§ I

MOUVEMENTS DU CŒUR A L'ÉTAT NORMAL

L'animal est solidement lié sur une planchette percée d'ouvertures livrant passage aux liens. Ceux-ci sont placés de manière à ne comprimer que des parties dures de l'enveloppe cutanée (1). Le cœur est mis à nu en enlevant un fragment aussi petit que possible de la carapace.

L'instrument est à peu près celui qui a déjà été employé pour l'étude des mouvements du cœur de la grenouille (2). Voici la disposition que j'ai adoptée avec succès : une petite lame de liége, carrée, de trois millimètres de côté et d'environ un millimètre d'épaisseur, par conséquent fort légère, repose sur la face supérieure du cœur dont elle suit les mouvements. En son milieu s'élève verticalement une tige délicate en verre filé ou en fil de cuivre très-mince, d'un demi-centimètre au plus de longueur, courbée à sa partie supérieure sous forme d'un petit anneau dans lequel passe le levier inscripteur. Ce dernier est un simple fil de verre, rigide, de 21 centimètres de longueur, dont l'extrémité libre où l'on a produit, par fusion, une petite perle, inscrit, en les amplifiant, les mouvements du cœur sur un cylindre tournant enfumé vertical. Le petit bras du levier a le quart de la longueur totale (3).

Comme il importait beaucoup que le rapport entre les longueurs des bras de levier ne variât pas sensiblement d'une expérience à l'autre, l'axe du levier est porté par un cadre horizontal en bois dans lequel vient s'enchâsser exactement la planchette sur laquelle est attaché l'animal, dans une position invariable déterminée par les fentes et les trous par où passent les liens.

Au bout de quelques minutes, si l'animal n'est pas soumis à des excitations étrangères, le cœur bat normalement et fournit un tracé très-régulier. Ce tracé ne doit pas être interprété comme celui que donne un cœur de vertébré. En effet, ici, les parties ascendantes de la courbe répondent à la diastole et les parties descendantes à la systole. C'est, comme on peut s'en assurer par la simple observation, lorsque le cœur se dilate qu'il soulève le levier et c'est lorsqu'il se contracte que le levier s'abaisse. Il y a ici un phénomène analogue à ce qui se passait dans les expériences de MM. Marey et Franck pour un cœur de Tortue placé

(1) Il faut choisir des crustacés ayant mué depuis depuis longtemps et dont la carapace soit foncée et résistante.

(2) Voyez, par exemple, *Burdon Sanderson. Handbook for the physiological Laboratory*. Londres, 1873, p. 251.

(3) Ce levier est obtenu par le procédé ordinaire de l'étirage d'un tube de verre à la lampe. L'idée première de construire ces petits appareils en verre, réunissant ainsi la rigidité, la légèreté et l'avantage de pouvoir les faire et les modifier soi-même m'a été fournie par mon savant ami le docteur Léon Fredericq, préparateur du cours de physiologie à l'Université de Gand.

dans un flacon plein d'air ou d'huile relié à un tambour à levier ; c'est-à-dire que l'appareil inscrit non-seulement les pulsations, mais indique des changements de volume (1).

Le cœur des crustacés décapodes ne comprenant qu'une cavité unique, le tracé fourni *par un point de la surface* rappelle d'une manière frappante celui que donne la contraction d'un muscle, c'est-à-dire une ascension rapide, presque brusque, de la courbe, terminée par une courte phase ou plateau diastolique moins rapide, puis une descente graduelle à vitesse variable, d'abord rapide, puis plus lente.

M. Dogiel était, du reste, arrivé à une conclusion analogue ; l'excitation électrique d'un cœur de Langouste isolé lui ayant fourni des contractions tout à fait semblables à celles des autres muscles du corps excités au moyen de l'électricité.

Ainsi que nous allons le voir, le tracé est modifié, non dans sa forme générale, mais dans l'étendue de ses parties, par les plus petites causes ; il permet donc d'analyser des phénomènes qui passeraient inaperçus par tout autre moyen.

§ II

ONDE DU CŒUR.

J'ai parlé du tracé fourni par un point de la surface de l'organe. En effet, le cœur des crustacés supérieurs, malgré son peu de longueur, ne se comporte pas comme une simple ampoule qui se gonfle et se dégonfle. La méthode graphique permet d'y constater une onde musculaire marchant d'arrière en avant, comme chez les insectes, par exemple (2), et prouvant qu'il s'agit ici d'un véritable vaisseau dorsal.

Pour déceler ce fait, la petite plaque de liége qui repose sur le cœur est modifiée ; on lui donne la forme d'un rectangle allongé à peu près aussi long que le cœur, de sorte qu'à chaque onde cardiaque, portée successivement par les différents points culminants, elle oscille sur le cœur comme une petite barque sur les vagues. Le levier est disposé de manière à se mouvoir horizontalement ; le cylindre tournant est horizontal.

Le tracé montre non-seulement l'onde en question, mais indique, en outre, que le cœur se dilate d'abord graduellement à sa partie postérieure, puis brusquement à sa partie antérieure. Ce qui peut s'interpréter comme suit : lors de l'appel du sang revenant des branchies et renfermé dans le sinus péricardique, le cœur ne se dilate pas en entier ; mais dans sa moitié ou ses deux tiers postérieurs seulement ; cette région,

(1) Marey, *la Méthode graphique dans les sciences expérimentales*. Paris, 1878 p. 386 et 622.

(2) Entre autres travaux où il est question de l'onde du cœur chez les insectes, voyez : Verloren, *Mémoire en réponse à la question : Éclaircir, par des observations nouvelles le phénomène de la circulation dans les insectes*, etc. (*Mém. de l'Acad. roy. de Belgique.* (Mém. couronnés, tome XIX, pages 64 et 65.)

en se contractant, distend la partie antérieure de l'organe qui ne se contracte, à son tour, que lorsque la partie postérieure se dilate déjà de nouveau.

Le fait que l'onde cardiaque prend origine dans la région postérieure du cœur acquiert une réelle importance lorsqu'on se rappelle qu'Emil Berger, qui découvrit les cellules ganglionnaires du cœur de l'écrevisse, leur assigne précisément comme emplacement cette région postérieure.

§ III

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE.

On sait qu'à mesure qu'on élève la température, le cœur de la grenouille, isolé ou non isolé, montre une accélération de mouvements en rapport avec l'augmentation de chaleur; qu'au delà d'une certaine limite, on observe du ralentissement et même l'arrêt du cœur.

Pour répéter chez un crustacé des essais touchant l'influence de la température sur la fréquence des mouvements cardiaques, l'animal est placé dans un baquet métallique plein d'eau d'abord froide, puis graduellement chauffée à l'aide d'une lampe. Un thermomètre plongeant dans l'eau indique les accroissements de température. La région médiane de la carapace céphalothoracique émerge, de sorte que le cœur n'est pas mouillé par l'eau. Il subit seulement l'influence de l'échauffement de la masse générale du corps.

Le tracé normal à l'origine se modifie successivement. En général, la phase diastolique devient plus brève et la phase systolique plus longue; le nombre des pulsations dans le même temps s'accroît assez régulièrement jusqu'à une température qui, suivant la moyenne de mes expériences, est environ 43°; au delà, le nombre des pulsations redevient moindre et le tracé n'indique plus qu'un travail musculaire très-faible.

Voici les valeurs obtenues pour l'écrevisse :

1er INDIVIDU		2e INDIVIDU		3e INDIVIDU	
Température.	Nombre de pulsations par minute.	Température.	Nombre de pulsations par minute.	Température.	Nombre de pulsations par minute.
6°3	76				
8°	73			8°5	57
13°	71.5	18°	34		
22°	102.5	22°	40	19°	66
30°	90	32°	40	30°	73
41°	73	42°	48		
48°	37			46°	73
50°	35	52°	34	50°	23

On a souligné la température limite au delà de laquelle s'observe une chute brusque.

Le phénomène ne doit être envisagé que dans ses allures générales. Le nombre absolu des pulsations par minute, même à la température ordinaire, différant souvent beaucoup d'un individu à l'autre:

§ IV

ANESTHÉSIE PAR LE CHLOROFORME

L'animal, son support et le levier inscripteur sont placés sous une cage de verre munie, sur une de ses faces, d'une fente verticale mobile livrant passage, sans frottement, à l'extrêmité inscrivante du levier. De gros flocons d'ouate imprégnés de chloroforme peuvent être introduits dans la cage à un moment donné.

Chez les vertébrés, l'action du chloroforme se divise en deux temps. Dans la première période ou période d'excitation, il y a accélération des mouvements du cœur; dans la seconde, au contraire, les mouvements cardiaques se ralentissent et finissent même par devenir très-faibles et irréguliers.

Tous les entomologistes qui tuent les insectes par le chloroforme ou l'éther savent que, chez les articulés, il existe aussi un stade d'excitation précédant le stade de paralysie. Mes expériences m'ont montré cependant que cette période d'excitation initiale n'est pas caractérisée par une plus grande rapidité des mouvements du cœur, mais plutôt par une plus grande amplitude de ces mouvements.

Je prendrai, comme exemple, le résumé d'un de mes essais sur l'écrevisse :

Les premiers tracés, l'anesthésique n'étant pas encore employé, accusent une certaine excitation, 99 et 92 pulsations par minute.

On fait agir le chloroforme : après trois minutes, les pulsations deviennent plus amples, un peu irrégulières ; malgré ses liens, l'animal fait quelques mouvements qui altèrent le tracé; 46 pulsations par minute (1).

Après dix minutes, ralentissement remarquable, le nombre des pulsations n'est plus que 11 par minute, séparées par de longs repos.

Après vingt minutes, 17 pulsations mais très-irrégulièrement espacées.

Enfin les mouvements du cœur deviennent si faibles qu'il n'y a plus que quelques légères ondulations. En cet état, les excitants du cœur, tels que l'acide acétique étendu qui, dans d'autres circonstances, réveillent les battements, n'ont plus d'action.

(1) Dans d'autres expériences, il a suffi d'une minute pour produire ces effets.

§ V

ACTION DU CURARE

Comme on pouvait s'y attendre, le curare produit des effets analogues à ceux qu'on a constatés chez les vertébrés.

Après l'injection de 1/2 milligramme dans le système lacunaire d'une écrevisse, par exemple (en injectant le liquide par une petite ouverture pratiquée sur le côté de la région stomacale de la carapace), l'animal ne manifeste d'abord aucun phénomène spécial, il marche, pince, etc. Les tracés des mouvements du cœur n'indiquent rien d'anormal.

Au bout d'une heure environ, les mouvements généraux disparaissent; l'individu est flasque, comme mort. On peut toucher les yeux, tirailler les antennes, sans que ces excitations soient suivies d'aucune manifestation. Seul, le cœur continue à battre, sans accélération. J'ai vu persister les pulsations cinq heures après l'injection.

§ VI

INNERVATION DU CŒUR

Lemoine a signalé, en 1868, une branche nerveuse impaire faisant partie du système nerveux viscéral de l'écrevisse, naissant du ganglion stomato-gastrique, longeant la face inférieure de l'artère ophthalmique et aboutissant au cœur, entre les faisceaux musculaires duquel elle se terminerait en se subdivisant (1). Il lui donne le nom de nerf cardiaque.

Dogiel décrit chez la langouste des rameaux nerveux qui, prenant origine de la chaîne ganglionnaire, entre la deuxième et la troisième paire de pattes, vont se terminer en partie dans la paroi du sinus péricardique (2).

Enfin, comme je le rappelais plus haut, Emil Berger a découvert en 1876, dans le cœur de l'écrevisse, des cellules ganglionnaires nerveuses disséminées entre les groupes de fibres musculaires de la partie postérieure de cet organe.

En supposant ces données anatomiques exactes, il existe donc, chez les articulés, comme chez les vertébrés : 1° des nerfs du cœur émanant du système nerveux général, et 2° des centres nerveux intra-cardiaques. On possède déjà quelques notions quant au rôle des uns et des autres : suivant Lemoine, l'excitation électrique du nerf cardiaque provoque des battements dans un cœur d'écrevisse devenu immobile; suivant Dogiel, l'excitation de la chaîne ganglionnaire ralentit ou même abolit

(1) Lemoine, *Op. cit.*, p. 121.
(2) Dogiel, *Op. cit.*, p. 404.

les pulsations ; d'après les expériences de W. C. M. Intosh, la destruction de la portion thoracique de cette chaîne (chez le crabe) amène une accélération (1) ; enfin, de même que le cœur de la grenouille mun de ses centres automoteurs, le cœur de l'écrevisse, extrait du corps, bat encore pendant un certain temps en conservant des contractions rhythmiques.

Bien que mes essais personnels doivent encore être contrôlés par de nouvelles expériences, ils semblent vérifier les observations des auteurs que je viens de citer et montrer que, quoique le nerf cardiaque émane du groupe viscéral auquel, depuis Newport, on a donné le nom de pneumo-gastrique des articulés, il ne se comporte pas comme un nerf vague proprement dit, n'est pas modérateur ou suspenseur, mais, au contraire, excitateur ou accélérateur. Les rameaux modérateurs ou d'arrêt émaneraient bien réellement de la chaîne ventrale.

Ne faisant qu'une communication préalable, je serai très-bref dans l'énoncé des résultats auxquels je suis parvenu jusqu'à présent.

1° L'excitation mécanique ou chimique du nerf cardiaque, même loin du cœur, augmente la rapidité des pulsations et souvent leur amplitude qui peut devenir double ; la courbe tracée devenant deux fois plus haute.

2° La section du nerf cardiaque, au lieu de déterminer une accélération, ce qui aurait lieu chez un vertébré, est suivie d'un ralentissement manifeste, faisant, par exemple, tomber le nombre des pulsations par minute de 96 à 70.

3° L'excitation mécanique de la région thoracique de la chaîne ganglionnaire (entre les 2e et 3e paires de pattes) (2) amène toujours un ralentissement marqué des battements du cœur.

Je citerai, parmi les preuves de l'antagonisme du nerf cardiaque et des branches émanant de la chaîne ganglionnaire, l'expérience curieuse suivante : Chez une écrevisse, un premier tracé du cœur à l'état normal accuse 61 pulsations régulières par minute. On excite mécaniquement la chaîne nerveuse thoracique en y enfonçant une aiguille entre les 2e et 3e paires de pattes; le nombre des pulsations tombe à 36 et elles sont beaucoup moins amples. A ce moment on excite le nerf cardiaque par quelques gouttes d'une solution concentrée de sel marin ; le nombre des pulsations remonte tout à coup à 61 et elles affectent, de nouveau, à très-peu près la forme normale.

4° L'injection de 0 milligr. 05 de sulfate d'atropine dans le système lacunaire de l'animal amène un ralentissement considérable des mouve-

(1) W. C. M. INTOSH, *Observations and experiments on the carcinus mænas* Prize Thesis. London 1861, page 30.

(2) Sans perte de sang, bien entendu.

ments du cœur. Dans une de mes expériences, ce ralentissement fut de près de la moitié, de 120 pulsations par minute à 74.

5° L'action de la digitaline est encore obscure (injection de 5 milligrammes). Après un certain temps variable, le tracé perd de sa régularité et indique un ralentissement notable, mais qui n'est pas suivi d'accélération. Le cœur s'arrête enfin en systole et on ne parvient plus à y réveiller de mouvements.

Un certain nombre de substances appliquées directement sur le cœur ont donné des résultats également curieux :

L'acide acétique étendu excite les mouvements cardiaques, les réveille s'ils ont cessé et les fait même persister pendant plusieurs heures chez les crustacés dont le cœur à nu se serait arrêté depuis longtemps dans les conditions ordinaires (Crabe).

L'acide citrique (solution à $\frac{1}{10}$) semble aussi exciter les contractions du cœur (Écrevisse).

La glycérine pure, loin de déterminer l'arrêt du cœur, ne modifie pas ses mouvements ; ceux-ci persistent assez longtemps sous son action (Écrevisse).

Quant à la vératrine, une solution excessivement faible détermine l'arrêt du cœur, soit en systole, soit en diastole ; malgré cela, l'animal mis en liberté, marche, pince et conserve de l'activité pendant plus d'une heure. Une solution plus faible encore augmente simplement l'amplitude des pulsations pendant quelques secondes.

Cette courte notice suffit, je pense, pour montrer tout l'intérêt que présentent des recherches de ce genre. J'espère par des expériences suivies, élucider plus complétement qu'on ne l'avait fait jusqu'à présent le fonctionnement et l'innervation de l'organe central de la circulation chez les animaux articulés. Ce sera le sujet d'un travail étendu, accompagné de figures et de planches reproduisant tous les tracés caractéristiques.

DISCUSSION.

M. Jousset de Bellesme demande à M. Plateau si les écrevisses qui ont servi à cette expérience étaient ouvertes sous l'eau ou dans l'air.

M. Plateau répond qu'on ne peut observer le cœur des écrevisses sans ouvrir le sinus péricardique ; et qu'alors le sang, se mêlant à l'eau si les écrevisses sont ouvertes sous l'eau, la coagulation de ce liquide devient un obstacle aux expériences. Il a donc ouvert les écrevisses à l'air. Il ajoute qu'ayant injecté de l'huile dans les cavités branchiales de ces animaux, ceux-ci ont résisté à l'asphyxie résultant de l'imbibition des branchies par l'huile, et que les mouvements du cœur n'étaient pas sensiblement modifiés.

M. Joly rappelle qu'il est très-difficile de conserver des écrevisses vivantes dans l'eau ; et qu'il n'a pu y réussir qu'à la condition que l'air se renouvelle très-rapidement dans l'eau.

M. Plateau dit que pour conserver les écrevisses en vie, il ne faut pas les conserver dans l'eau ; mais dans des paniers à claire-voie, que l'on a soin de maintenir humides.

M. Pouchet signale ce fait, qu'à Concarneau, pour expédier des langoustes et des homards en pleine vie, on les entasse dans des paniers contenant des goëmons. La vie de ces animaux se maintient d'autant mieux que la compression est plus forte.

M. Mac Lachlan rappelle que les homards de Norwège ne sont point expédiés en Angleterre dans de l'eau, mais seulement dans de l'air humide.

M. de Quatrefages rappelle que lorsqu'il faisait ses études sur l'Eunice sanguine, ces animaux périssaient dans l'eau, mais se conservaient dans l'air humide : seulement la partie postérieure se gangrénait ou se détachait de l'animal; mais la tête et les vingt-cinq ou trente premiers anneaux restaient vivants.

M. Jousset de Bellesme signale comme un fait très-général la moindre nécessité de l'oxygène pour les animaux articulés.

M. Joly pense que ce fait tient à ce que l'appareil respiratoire des insectes peut emmagasiner de grandes quantités d'air. Il cite à ce propos les larves d'œstrides qui vivent dans l'intestin du cheval.

M. Künckel demande comment se fait la respiration des larves des hyménoptères parasites. M. Joly répond que la question n'est point résolue; mais qu'il y a peut-être des faits de greffe, comme ceux qui ont été signalés par Léon Dufour.

M. VIGUIER

Docteur ès-sciences naturelles.

NOUVELLE CLASSIFICATION DES STELLÉRIDES (1).

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. l'Abbé ROUCHY

Vicaire de Ségur-les-Villas (Cantal).

SUR LA FORCE D'ASCENSION DES POISSONS.

— *Séance du 24 août 1878.* —

---

(1) Voir Thèse de doctorat, *Fac. des Sc. de Paris*, 1878, et *Revue scientifique*, 1er février 1879.

M. JOUSSET de BELLESME

Professeur à l'École de médecine de plein exercice de Nantes

SUR LA FONCTION PROTECTRICE DU COCON

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 24 août 1878.* —

M. Jousset de Bellesme combat d'une façon victorieuse l'ancienne opinion qui considère le cocon des insectes comme protégeant la nymphe contre le froid. Il montre que l'existence de cet organe peut, dans des exemples nombreux (vers à soie de l'ailante, etc.) être considérée comme un fait de mimétisme; jamais, en tout cas, le cocon n'entoure l'insecte d'aucune protection relativement à la température, puisque, même au cœur de l'hiver, l'air confiné à l'intérieur se trouve exactement à la même température que l'air ambiant. Mais si la nymphe résiste à la congélation, elle le fait en vertu d'un dégagement de chaleur continu et considérable. Comment se fait cette production de chaleur, et aux dépens de quoi ? c'est une question que M. Jousset de Bellesme se propose d'étudier dans un prochain travail.

DISCUSSION.

M. Joly a observé que les insectes résistent bien à de basses températures. Ainsi M. Joly n'a pu tuer la chenille processionnaire du pin, *Lasiocampa pini*, en la soumettant pendant environ une demi-heure à une température de—18° c.; la chenille est revenue à la vie et a subi ses métamorphoses.

M. Joly ajoute encore d'autres considérations sur la coloration du cocon, qui serait due, non pas à une cause purement physiologique, mais à certaines matières colorantes déposées sur les feuilles. La chenille, en se traînant sur ces feuilles, se salit de ces matières colorantes et les dépose à son tour sur la soie à mesure qu'elle file son cocon. Un ver à soie avait filé un cocon dont la couleur était bleue, parce que les feuilles qui l'avaient nourri étaient saupoudrées d'indigo. Une allumette tombée sur le cocon le brûle en partie, mais sans blesser l'animal; celui-ci refile alors un reste de cocon qui, cette fois, est blanc.

M. Mac Lachlan ajoute que, d'après des observations faites pendant l'expédition anglaise, les insectes se trouvent jusqu'à 83° de latitude.

M. le Dr Pin rappelle que pour « étouffer les cocons des vers à soie, on se sert ordinairement de la vapeur. M. Pin a essayé d'arriver au même résultat avec l'acide carbonique et l'oxyde de carbone; mais les chrysalides ont résisté. Il a pu au contraire les tuer avec l'acide sulfhydrique et l'ammoniaque; mais ces gaz détérioraient la soie au point de lui enlever toute valeur commerciale. M. Pin n'a pu non plus tuer des chrysalides avec ou sans cocon, qu'il plaçait sous la machine pneumatique.

M. le Dr DARESTE

Professeur de zoologie à la Faculté des sciences de Lille

RECHERCHES SUR LA SUSPENSION DES PHÉNOMENES DE LA VIE DANS L'EMBRYON DE LA POULE

— *Séance du 24 août 1878* —

Harvey avait observé que, lorsque l'on ouvre un œuf après trois jours d'incubation, les battements du cœur, d'abord très-fréquents, se ralentissent, puis s'arrêtent; mais qu'ils reparaissent après un certain temps d'arrêt, quand on touche cet organe avec de l'eau tiède ayant à peu près la température de la poule couveuse, ou même simplement avec le doigt. Il avait observé également que cette réapparition des battements du cœur peut se produire à diverses reprises (1).

Cette propriété si remarquable du cœur de l'embryon fut constatée de nouveau par les physiologistes qui étudièrent, après Harvey, l'évolution du poulet : Langly, Stenon, Maître Jean, Haller et Spallanzani. Ils constatèrent même quelque chose de plus; c'est que cette propriété n'existe pas seulement au quatrième jour de l'évolution du poulet; mais qu'elle peut encore se manifester à une époque beaucoup plus avancée de l'incubation, aux dixième et onzième jours. On lit si peu les auteurs anciens que la constatation de ce fait a été récemment signalée comme une découverte nouvelle, par l'auteur d'un traité d'embryogénie publié en Allemagne.

J'ai souvent répété cette expérience d'Harvey dans le cours de mes études sur la production artificielle des monstruosités; et j'ai montré cette propriété du cœur aux personnes qui suivaient mes recherches. Elle est surtout remarquable au quatrième jour de l'évolution; parce que l'on peut alors enlever complètement le blastoderme sans léser l'embryon, et l'observer très-facilement à la loupe ou au microscope. A cette époque la paroi thoracique fait complétement défaut; le cœur se voit à nu en avant de la région cervicale, dans cet espace que Wolff appelait *fosse cardiaque*. Il résulte d'ailleurs du fait de l'individualité

(1) Ovo aeri frigidiori exposito punctum saliens rarius pulsat, et languidius agitatur : admoto, autem digito calente, aut alio blando fotu, vires statim vigoremque recuperat. Quinetiam postquam punctum hoc statim elanguit, et sanguine plenum a motu omni cessans, nullumque vitæ specimen exhibens, morti penitus succubuisse visum est; imposito digito meo tepente, spatio viginti arteriæ meæ pulsuum, ecce cerculum denuo reviviscit, erigitur; et tanquam postliminio ab oro redux, pristinam choream redintegravit. Idque alio quolibet leni calore, ignis nempe aut aquæ repidæ, iterum iterumque a me, atque aliis tactitatum est; ut, pro libito, misellam animam vel morti tradere vel in lucem revocare in nostra potestate fuerit. (Harvey. *Exercitationes de generatione animalium*. *Exerc.* 16).

du germe, fait souvent signalé par les embryogénistes, mais sur lequel j'ai particulièrement insisté dans mon ouvrage sur la tératogénie, que l'état du cœur n'est pas le même chez tous les embryons de cet âge; parce qu'il y a toujours des embryons dont l'évolution est plus rapide, d'autres dont elle est plus lente. J'ai constaté, par exemple, dans ces embryons trois états qui correspondent à trois phases successives de l'évolution du cœur. Dans les uns, c'étaient les moins avancés, le cœur n'était encore constitué que par un canal en forme d'anse, dans lequel la région auriculaire occupait la région inférieure. Dans d'autres, la région auriculaire s'était déjà relevée en partie, et était venue se placer derrière la région ventriculaire, l'embryon étant vu par sa face-dorsale. Dans d'autres enfin, la région auriculaire s'était complétement relevée, et s'était placée au-dessus du ventricule, immédiatement au-dessous du bulbe, position qu'elle doit définitivement garder.

A une époque plus reculée de l'évolution, l'arrêt et la reprise des battements du cœur sont beaucoup plus difficiles à observer; parce qu'alors le cœur est contenu dans la paroi thoracique, et que cette paroi, transparente d'abord, ne tarde pas à devenir opaque. On ne peut alors constater ces faits qu'en ouvrant la paroi thoracique, et qu'en provoquant, par conséquent, des lésions plus ou moins considérables qui ne peuvent pas ne pas modifier les résultats des expériences.

Dans toutes ces expériences, les expérimentateurs avaient cherché à faire reparaître les battements du cœur, très-peu de temps seulement après leur cessation. J'ai été conduit à me demander, pendant combien de temps, le cœur, ayant cessé de battre sous l'influence du refroidissement, pouvait recommencer à battre sous l'influence de la chaleur. Les expériences que j'ai faites pour répondre à cette question m'ont conduit à des résultats entièrement inattendus.

Mais ici se présentent de nouvelles difficultés. Pouvait-on conserver vivants des blastodermes retirés de l'œuf? Assurément non; il fallait agir sur l'œuf lui-même sans l'ouvrir, et le refroidir en le retirant de la couveuse.

Que se passe-t-il alors? Toutes mes expériences m'ont appris que les phénomènes embryogéniques, c'est-à-dire ceux qui se rattachent à l'évolution, s'arrêtent au moment même où l'œuf est retiré de la couveuse, où il cesse par conséquent d'être soumis à l'action d'une température suffisamment élevée. Je n'ai pas cherché à déterminer la température *minima* à laquelle l'embryon pouvait continuer à se développer; mais je suis certain, d'après des observations antérieures, qu'elle doit être au moins supérieure à 28°, température que l'air n'atteint que très-exceptionnellement dans nos climats. Mais si les phénomènes embryogéniques sont complétement arrêtés par le refroidissement, en est-il de même

des autres phénomènes physiologiques, et particulièrement des battements du cœur.

Or, j'ai constaté que les battements du cœur ne s'arrêtent pas au moment même où l'œuf est sorti de la couveuse ; mais qu'ils persistent pendant un certain temps, avant de s'arrêter tout à fait ; que, de plus, cet arrêt des battements du cœur est d'autant plus rapide que la température est plus basse.

J'ai fait presque toutes ces expériences l'hiver dernier. Or, la température de cet hiver était exceptionnellement douce. Dans mon laboratoire, le thermomètre marquait de 8° à 10°. A cette température, le cœur des embryons battait encore 24 heures après la sortie de la couveuse: tandis qu'il était arrêté à 48 heures. D'autres expériences, faites pendant l'été et à une température de 19° à 21° m'ont appris que, dans ces conditions nouvelles, l'arrêt complet des battements du cœur est beaucoup plus tardif, puisque le cœur battait encore 7 jours après que l'œuf avait été retiré de la couveuse.

L'arrêt complet des battements du cœur est toujours précédé d'un arrêt de la circulation. En effet, la force des battements diminue en même temps que leur fréquence. A cette époque de l'évolution, c'est-à-dire au commencement du quatrième jour, les vaisseaux ne se sont pas encore produits dans les divers organes de l'embryon, et l'appareil circulatoire n'est encore constitué que par les vaisseaux de l'aire vasculaire ; c'est-à-dire par l'aorte et les artères omphalo-mésentériques qui conduisent le sang jusqu'à ces vaisseaux, et par les veines omphalo-mésentériques, par la veine ascendante et la veine descendante qui ramènent le sang de l'aire vasculaire jusqu'au cœur. Il résulte alors de la diminution de force des battements que le cœur ne se vide plus complétement pendant la systole, comme il le fait dans les conditions normales. Tous les embryogénistes savent que lorsqu'à cette époque, on observe le cœur à l'œil nu, il apparaît sous la forme d'un point rouge qui disparaît complétement pendant la systole, pour reparaître pendant la diastole. Ce point rouge persiste au contraire pendant la systole, lorsque les battements du cœur ont perdu de leur force. On voit alors le mouvement du sang s'arrêter dans les vaisseaux capillaires de l'aire vasculaire; et cet arrêt du sang est le point de départ de congestions. Je n'ai pu voir si, dans ce cas, il y a, comme beaucoup de physiologistes l'admettent, une dilatation des vaisseaux capillaires. Mais j'ai constaté un fait qui me parait avoir une assez grande importance dans le mécanisme des congestions. Lorsque le sang circule, même dans les vaisseaux dont le calibre est le plus petit, les globules rouges ne se trouvent jamais que dans l'axe des vaisseaux ; ils sont séparés de la paroi vasculaire par une couche liquide de sérum. Or, j'ai toujours vu que

lorsque le sang s'arrête, les globules rouges se répandent dans toute la cavité du vaisseau. Si l'on n'observait qu'à la vue simple, on pourrait croire à une dilatation ; mais l'emploi de la loupe et du microscope permet de reconnaître que cette apparence dépend seulement de l'expansion des globules rouges dans toute l'étendue de la cavité vasculaire.

La fréquence des battements du cœur est alors considérablement diminuée. Elle tombe à huit par minute; puis à quatre et trois par minute. Les battements sont alors séparés par d'assez longs intervalles. On voit alors, au moment de la systole, le sang se mouvoir dans les artères omphalo-mésentériques en suivant son cours normal, et en même temps refluer dans les veines omphalo-mésentériques, la veine ascendante et la veine descendante. Immédiatement après la systole, le sang éprouve dans tous ces vaisseaux un mouvement en sens inverse qui le fait refluer dans les cavités du cœur, mouvement qui se manifeste aussi bien dans les artères que dans les veines.

Il arrive enfin un moment où le cœur cesse de se contracter. Comme je l'ai dit plus haut, ce fait se produisait entre la 24ᵉ et la 48ᵉ heure après l'arrêt de l'incubation, lorsque je faisais ces expériences par une température de 8° à 10°. Or, j'ai vu que, lorsque l'on ouvrait les œufs durant cette période, et qu'on touchait le cœur avec de l'eau tiède, les battements recommençaient, même plusieurs jours après leur cessation complète. Toutefois la fréquence et la force des battements étaient d'autant plus marquées que l'arrêt avait été moins long. Il arrivait un moment où l'oreillette seule était capable de se contracter. On sait que Galien a déjà signalé l'oreillette comme l'*ultimum moriens*. Après cinq jours d'arrêt, je n'ai plus rien obtenu.

La réapparition du battement du cœur se produit de la même façon, quand, au lieu d'employer le contact de l'eau chaude sur des embryons retirés des œufs, on laisse les œufs intacts et on les replace dans la couveuse. Mais alors j'ai observé des faits entièrement inattendus.

Lorsque j'ai remis en incubation des œufs retirés de la couveuse depuis deux jours, l'évolution complétement arrêtée depuis ces deux jours, s'est généralement rétablie et a repris son cours normal. Les embryons soumis à ces conditions, n'ont pas, pour la plupart, atteint l'époque de l'éclosion. Toutefois, j'ai pu voir éclore un poulet soumis à ces conditions et qui a brisé sa coquille le 23ᵉ jour au lieu du 21ᵉ. Le poulet, né au commencement du mois de mars, est devenu un très-beau coq, qui vit encore au moment même où j'écris ces lignes. Dans quelques cas seulement, la reprise de l'évolution n'avait pas eu lieu.

Dans tous ces cas, la circulation avait été complétement arrêtée. Quant aux battements du cœur, ils s'étaient considérablement ralentis ou même avaient complétement cessé.

Je ne puis assurément en donner la preuve directe, car les battements du cœur ne peuvent se voir au travers de la coquille. Mais, à défaut d'une certitude absolue, j'ai, du moins, de très-fortes présomptions, résultant de l'ouverture d'œufs qui avaient été soumis exactement aux mêmes conditions que ceux que je replaçais dans la couveuse. Pour éviter les causes d'erreur pouvant se produire pendant le détachement du blastoderme, je me contentais d'enlever la partie de la coquille qui recouvrait l'embryon, et j'étudiais l'embryon au travers de la membrane vitelline en l'éclairant à l'aide d'un miroir et en l'observant à la loupe, comme les médecins observent la rétine à l'aide de l'ophthalmoscope. Ces observations que j'ai faites avec le concours du Dr Martin, médecin de l'École polytechnique, m'ont permis de constater, dans certains cas, l'arrêt complet des battements du cœur.

Les phénomènes physiologiques dont l'embryon est le siége après trois jours d'incubation, ne consistent encore que dans l'évolution et la circulation de l'aire vasculaire. Il y avait donc eu suspension de la vie sous l'influence du refroidissement; puis réapparition des phénomènes de la vie sous l'influence de la chaleur de l'incubation.

Cette suspension complète et cette reprise de la vie, constatées depuis longtemps chez les végétaux et chez les animaux à sang froid, n'avaient jamais été observées chez les animaux à sang chaud. Nous savons, en effet, par les travaux de M. Bouchut, que dans la syncope, si longtemps attribuée à la cessation complète des battements du cœur, il y a seulement diminution du nombre et de l'énergie des battements.

M. Bouchut s'en est assuré par l'emploi de l'auscultation qui permet de constater l'existence des battements du cœur, lorsqu'ils ne sont perceptibles ni par l'application de la main sur les parois thoraciques, ni par l'inspection des battements des artères.

Ces observations de M. Bouchut ont d'autant plus d'intérêt qu'elles s'appliquent aux mammifères hibernaux. Y a-t-il dans l'hibernation arrêt complet des battements du cœur, puis reprise des battements avec la cessation de l'engourdissement hibernal ? Il y a des observations de Saissy qui sembleraient indiquer que, dans l'hibernation, le cœur s'arrête complétement. Mais, dans ces observations, l'arrêt complet des battements du cœur n'a été constaté que par la mise à nu de cet organe ; et il aurait bien pu en être la conséquence. On doit donc se demander si, avant l'opération, l'auscultation n'aurait pu faire constater l'existence de battements complétement imperceptibles par d'autres méthodes.

A l'époque de l'évolution où j'ai observé ces faits, l'embryon est déjà presque entièrement formé. Il en résulte que ce refroidissement temporaire ne peut déterminer qu'un très-petit nombre d'événements tératogéniques. Les seules monstruosités que j'ai observées chez quelques-uns

de ces embryons, étaient des cas d'éventration ou de *célosomie*, tenant à un arrêt de développement des parois abdominales.

La reprise de l'évolution ne s'est pas produite, lorsque j'ai replacé dans la couveuse des œufs qui en avaient été retirés depuis trois ou quatre jours. Il y a eu seulement, dans plusieurs de ces œufs, réapparition des battements du cœur qui ont duré pendant quelque temps, puis se sont complétement arrêtés. Ces battements étaient d'ailleurs peu fréquents et peu intenses. La mort s'est toujours produite au bout de deux ou trois jours.

Il faut ajouter que ces faits se rattachent tous à une certaine période de l'évolution, et aussi à un certain degré de température. Il m'est absolument impossible de prévoir ce qui aurait lieu si l'on prenait des embryons à un autre âge, ou bien si l'on soumettait des embryons du même âge à un degré différent de refroidissement. L'expérience seule pourra décider la question.

Les conséquences de ces faits sont évidemment très-nombreuses. Mais je ne puis que les indiquer, pour le moment. On voit de suite que l'incubation peut être suspendue pendant un certain temps, sans que cette suspension ait d'autre résultat que celui d'un retard de l'éclosion. Cela n'explique-t-il pas comment, chez certains oiseaux, les autruches, par exemple, l'incubation n'est pas continue.

On n'a pas encore étudié les conditions du développement de l'embryon dans les œufs des animaux à sang froid, que l'absence d'incubation au moins dans le plus grand nombre des cas, expose à des alternatives de refroidissement et de réchauffement. Il est très-probable que ces alternatives ont pour effet de ralentir et même de suspendre pendant un temps plus ou moins long les phénomènes physiologiques de l'embryon, et que là aussi la suspension de ces phénomènes n'entraîne pas immédiatement la mort. C'est une question que je soumets aux physiologistes qui s'occupent de l'étude de ces animaux.

DISCUSSION

M. Pouchet rappelle en quelques mots son procédé et pense qu'on pourra, en se plaçant dans certaines conditions de température et de milieu et en se mettant autant que possible à l'abri des moisissures, développer un œuf de poule en dehors de la coquille de l'œuf, dans un vase poreux, par exemple.

M. GIARD

Professeur à la Faculté des sciences de Lille

SUR LES CRUSTACÉS PARASITES DU GENRE ENTONISCUS

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 24 août 1878. —

M. GIARD a rencontré sur le littoral de la Loire-Inférieure deux espèces nouvelles de ce genre, observé seulement jusqu'ici par Fritz Muller sur la côte du Brésil. L'une d'elles, parasite du *Grapsus varius*, présente un embryon très-intéressant. Cet embryon possède, en effet, entre les rudiments des yeux latéraux des Isopodes un œil médian offrant tout à fait la constitution de l'œil du *Nauplius*. Le stade Nauplius n'avait pas été constaté d'une façon bien nette chez les Isopodes. A ce point de vue, l'observation de M. Giard présente une grande importance pour la théorie de la descendance en général, et en particulier pour l'établissement de l'arbre phylogénique des crustacés.

M. Léon JOULIN

Ingénieur des poudres et salpêtres

RECHERCHES SUR LA NUTRITION

— Séance du 26 août 1878. —

J'ai entrepris, il y a déjà un an, une série de recherches sur la nutrition des animaux invertébrés (vers, arthropodes, mollusques), qui m'a conduit à étudier les échanges gazeux avec l'atmosphère aux différentes périodes de la vie de l'animal.

Aujourd'hui, j'appellerai seulement l'attention sur les variations du poids des insectes aux différents états de leur métamorphose, et surtout dans la nymphe où les excreta sont uniquement gazeux. Ces variations ont été observées, soit dans l'évolution normale, c'est-à-dire quand l'animal parcourt toutes ses transformations depuis l'œuf jusqu'à l'état parfait; soit lorsque, par des circonstances naturelles ou provoquées il s'arrête dans l'un des états intermédiaires où il se dessèche.

Si l'on trace une courbe en prenant pour abscisses les temps et pour ordonnées les poids, on trouve :

I *Évolution normale.* — 1° Dans *l'état larvaire*, les ordonnées croissant rapidement jusqu'à un maximum qui répond au moment où la larve ne mange plus, la courbe a la forme d'une sinusoïde avec quelques irrégularités aux époques de *mue* ; au delà du maximum, les ordonnées décroissent en formant une branche descendante d'une autre sinusoïde.

2° Cette dernière courbe se continue dans les premiers temps de la *nymphe;* mais à partir de *l'état confirmé* de M. Dufour, pour lequel le poids est déjà réduit chez les Lépidoptères et les Diptères à la moitié de la valeur qu'il avait atteinte dans la larve, les variations deviennent beaucoup moindres : la courbe se change en une ligne droite plus ou moins inclinée sur l'axe des temps, l'inclinaison augmentant dans les derniers jours de la nymphe.

3° Au moment de *l'éclosion*, brusque diminution de poids par la perte des enveloppes. Dans le court état d'*immaturité*, rapides alternatives d'augmentation et de diminution.

4° A *l'état parfait* . chez l'animal se nourrissant, augmentations successives du poids qui peut atteindre et dépasser le poids maximum de la larve, et devenir presque triple de ce qu'il était à l'éclosion; du reste variations temporaires de ce poids dans des conditions différentes de mouvement ou de repos, de lumière ou d'obscurité, etc. Chez l'animal soumis à l'inanition dès l'éclosion, la mort survient après une perte de poids qui est une fraction sensiblement constante, la moitié environ du poids initial pour les Diptères.

Les observations ont été faites sur différents *Bombyx : Mori, Trifolii*, la *Chelonia Caja*, le Hanneton, la *Lucane*, la *Musca Vomitoria*, etc. Je montre les courbes du *Bombyx M.* et de la *Musca V.*, jalonnées par leurs points principaux qui répondent aussi à des étapes morphologiques ou physiologiques.

Les courbes de poids de dix individus d'une même espèce et provenant de la même ponte, sont très-voisines l'une de l'autre, dans la portion où l'animal ne mange pas, c'est-à-dire de la larve pleinement développée à l'insecte parfait.

Les courbes diffèrent pour chacune des espèces étudiées. On en conclut qu'il existe une courbe type pour chaque espèce; ou plutôt, si l'on rapproche les observations faites dans les circonstances les plus différentes que comporte l'évolution normale, ces courbes sont : ou semblables (sujets de différentes tailles), ou étirées ou raccourcies suivant l'axe des temps, notamment quand elles comprennent une période d'hibernation; mais dans tous les cas, les rapports des ordonnées des points principaux conservent une valeur nettement spécifique.

VARIATIONS DE POIDS EN FONCTION DU TEMPS

Les poids exprimés en dixièmes de milligrammes, les temps en jours.

		Œuf	Larve			Nymphe			Insecte parfait						
			Naissant.	Plein développement.	Immédiatement avant la mise en nymphe.	Au moment de sa formation.	Confirmée (Dufour).	Immédiatement avant l'éclosion.	Immédiatement après l'éclosion.	Mort.	Squelette.	Plein développement.	Au moment de décroître.	Mort.	Squelette.
Bombyx Mori	Temps			31	»	33	36	55	55	64	80	»	»	»	»
	Poids		8.3	34270	»	21290	16600	15220	5260	2100	970	»	»	»	»
Musca V. Inanitiée	Temps			8		11.6	15.1	27.1	27.1	30.1	32.6	»	»	»	»
	Poids		5	1015	850	684	598	582	524	284	104	»	»	»	»
Musca V. Mangeant	Temps								27	»	»	37.1	48.1	70.1	83.1
	Poids								470	»	»	970	800	550	170

II *Évolution anormale.* — On a toujours observé que l'arrêt de développement coïncide avec un trouble de la valeur absolue ou des rapports des ordonnées des points principaux déjà parcourus; on peut même assigner les limites des variations de ces rapports au delà desquelles l'évolution normale n'est plus possible.

Les mêmes phénomènes s'observent quand on provoque ces troubles dans les pertes de poids, soit en plaçant les individus dans des atmosphères sèche ou saturée d'humidité, soit par des mouvements exagérés, soit enfin par des obstacles mécaniques à la formation normale de l'imago. Pour ce dernier cas, on a recueilli une série d'observations tératologiques intéressantes.

L'étude des échanges gazeux mentionnée plus haut permet d'interpréter la plupart de ces faits, dont je développerai successivement les conséquences non-seulement pour la physiologie peu avancée des animaux invertébrés, mais encore pour la morphologie et la physiologie générales.

M. GIARD

Professeur à la Faculté des sciences de Lille

EMBRYOGÉNIE DES NÉMERTIENS

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 26 août 1878.* —

M. GIARD expose l'anatomie d'un Némertien inerme, voisin des Lineus, l'Avenardia Priei, qu'il a découvert sur la côte de Pouliguen. Ce Némertien à vie souterraine n'a pas d'yeux; son intestin est dendrocœle. Les ouvertures des organes générateurs sont situées le long de la ligne dorsale. M. Giard insiste sur les différences énormes qui existent entre les Némertiens et les Annélides. Il est impossible de maintenir aujourd'hui l'ancien groupe des Annelés.

Parmi les types embryonnaires des Nemertiens, M. Giard considère comme typique le Pilidium. La lame du Nemertes communis (Lineus gesserensis) est un premier état de condensation. La larve de Desor est le terme ultime de la condensation. M. Giard appuie cette opinion sur des raisons tirées de l'embryogénie comparée des Tuniciers et des Suctoria.

L'existence d'un double revêtement ciliaire, dont l'un est inutile chez l'embryon du Lineus gesserensis, la présence d'une réserve nutritive granulo-graisseuse, la fonction de la musculature par reploiement et non par invagination, sont autant d'arguments sérieux à l'appui de cette manière de voir.

DISCUSSION

M. DE QUATREFAGES a vu que les espèces aquatiques de Némertiens sont remarquables par leur longueur et leur dilatabilité : elles sont à l'état de repos, cylindriques, mais peuvent devenir plates et acquérir une longueur dix fois plus considérable. Les espèces souterraines se rétractent beaucoup moins; elles sont plus larges, plus épaisses, plus fragiles et se fractionnent ordinairement en se contractant.

M. P. BOITEAU

Vétérinaire à Villegouge par Lugon (Gironde)

SUR LE PHYLLOXERA

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 26 août 1878.* —

M. Boiteau expose les curieuses découvertes qu'il a faites dans l'observation des métamorphoses si complexes du *phylloxera* de la vigne. Il indique les points encore nombreux qui restent à élucider pour arriver à la connaissance complète de la biologie de cet insecte et par là à son extermination.

M. Léon PÉRIER

Professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux

COMPOSITION CHIMIQUE DES ANIMAUX MARINS

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 26 août 1878.* —

M. Léon Périer s'est livré depuis plusieurs années à des études sur la composition chimique des animaux marins et en particulier sur l'origine de la chaux et de la magnésie. Il croit que cette dernière base ne fait pas essentiellement partie du squelette des invertébrés marins et que si on la rencontre parfois dans certaines plantes marines (corallines et nullipores), c'est que les plantes ne peuvent comme les animaux changer à volonté de milieux pour prendre les aliments qui leur conviennent ou qu'elles préfèrent.

M. Léon PÉRIER

Professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux

VARIATIONS DES GLOBULES DU SANG CHEZ L'HOMME ET CHEZ LES MAMMIFÈRES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 26 août 1878.* —

M. PÉRIER expose le résultat de ses recherches sur les variations de dimension et de forme des globules sanguins chez l'homme et chez les mammifères domestiques. Il conclut qu'il serait absolument criminel aujourd'hui d'établir une condamnation sur le simple examen des globules d'une tache de sang.

M. SABATIER

Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier

SUR LA COMPARAISON DE LA CEINTURE PELVIENNE ET DE LA CEINTURE THORACIQUE DANS LA SÉRIE DES VERTÉBRÉS

(EXTRAIT)

— *Séance du 28 août 1878.* —

Après avoir rappelé les solutions proposées depuis Vicq d'Azyr sur ce sujet difficile, M. SABATIER leur reproche d'avoir pour la plupart porté sur les Vertébrés supérieurs, et sur l'homme en particulier ; de n'avoir pas assez tenu compte de l'anatomie comparée des Amphibiens et des Reptiles, et de s'être appuyées seulement sur des analogies de forme des pièces osseuses. L'auteur pense qu'au lieu de déduire les homologies des muscles des homologies osseuses préalablement établies, il est bien plus rationnel de déduire les homologies osseuses des homologies musculaires, attendu que c'est le muscle qui précède l'os et qui en détermine la formation.

Après avoir établi que chez les Amphibiens et les Reptiles, où les membres ont subi moins de transformations que chez les Oiseaux et les Mammifères, les deux ceintures ont une composition identique et sont formées de trois rayons osseux convergeant vers les cavités glénoïde et cotyloïde, M. Sabatier compare l'épaule et le bassin de l'Homme. Il démontre que l'apophyse coracoïde ne correspond pas à l'ischion, mais au pubis, et est un véritable précoracoïde. Quant à l'ischion, il est réduit dans l'épaule à un point d'ossification placé au sommet de la cavité glénoïde et donnant insertion à la longue portion du biceps. L'étude des muscles des deux régions le prouve complétement. A l'épaule il ne reste aucun des muscles ischiatiques, sauf le long biceps qui est peut-être

l'homologue des demi-tendineux et demi-membraneux, mais qui représente aussi le droit antérieur fémoral. Les muscles pubiens y sont au contraire bien représentés par le coraco-brachial (pectiné, premier adducteur superficiel, petit adducteur profond), le court biceps (droit interne), le petit pectoral (portion pubienne du releveur de l'anus). Par des considérations semblables, M. Sabatier établit que le coracoïde des Oiseaux est un vrai coracoïde, et ne correspond pas au coracoïde des Mammifères qui est un précoracoïde.

Le précoracoïde des Oiseaux n'est point représenté par l'apophyse claviculaire du coracoïde, ainsi que l'ont pensé Parker et Huxley, mais il forme une petite lame saillante à la face interne et supérieure du coracoïde. L'épaule des Oiseaux est exactement comparable à celle des Crocodiliens et des Monotrêmes.

Quant au bassin des Oiseaux, il est constitué par un iléon antérieur, qui représente celui des Mammifères, et par un iléon postérieur, qui est la reproduction de celui des Crocodiliens et des Lacertiliens. L'étude des muscles de la région vient appuyer cette proposition. Il résulte de là que le sacrum si complexe des Oiseaux comprend un sacrum antérieur, ou sacrum de Mammifère, un sacrum crocodilien, et enfin un sacrum terminal, composé de deux vertèbres, qui représente le sacrum, si fortement reporté en arrière, des Lacertiliens. Dans l'intervalle compris entre le sacrum antérieur et le sacrum postérieur se trouve un inter-sacrum sans côtes, d'où naissent les nerfs sciatiques. Le sacrum antérieur placé en avant de la cavité cotyloïde représente la vertèbre sacrée antérieure des Crocodiliens, et le sacrum postérieur représente la vertèbre sacrée postérieure de ces mêmes animaux. Seulement, chez les Oiseaux, le bassin s'étant très-allongé en arrière, les éléments sacrés postérieurs se sont multipliés et possèdent plusieurs vertèbres.

De la comparaison du bassin de Crocodile et du bassin d'Oiseau M. Sabatier déduit ce caractère particulier des Crocodiliens, de n'avoir pas de tête du fémur et de marcher sur le trochanter. La tête du fémur, d'abord faible chez le Casoar et les Ratiltes, s'accroît en dimensions à mesure que les caractères ornithiques se prononcent.

M. JOUSSET de BELLESME

Professeur à l'École de médecine de plein exercice de Nantes

BOURDONNEMENT DES INSECTES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. Jousset de Bellesme s'est assuré que le bourdonnement des insectes n'est pas dû, comme le pensaient les anciens naturalistes, aux vibrations des ailes ni, comme le croyait von Gleicher, à l'action des balanciers frappant

sur les cuillerons; ni, comme le pensaient Schelver et Landois, à l'expulsion de l'air sortant des stigmates et faisant vibrer soit les cuillerons, soit les valvules stigmatiques. Bourdonner, dans l'acception scientifique du mot, veut dire imiter ce que fait le bourdon qui est le type des insectes bourdonnants. Or le bourdon fait entendre deux sons très-différents qui sont à l'octave l'un de l'autre, un son grave quand il vole et un son aigu quand il est posé.

Il est indiscutable que le son grave accompagne toujours les grandes vibrations de l'aile : celles qui servent à la translation de l'insecte; le son aigu au contraire ne se produit jamais pendant le vol, on ne l'observe que lorsque l'insecte est posé ou qu'on le tient de manière à gêner ses mouvements. Le son grave est produit par les vibrations de l'aile; le son aigu persiste après l'ablation de l'aile. Il est dû à un mouvement vibratoire très-intense des muscles thoraciques.

C'est ce qui ressort de l'expérience suivante:

Une volucelle tenue par les pattes est approchée d'un cylindre enregistreur pendant que son aile vibre et rend le son grave. On obtient ainsi un tracé très-caractéristique. Puis les ailes sont coupées au ras du tégument, et une pointe de roseau extrêmement légère, de 1 centimètre de long, est fixée avec une colle très-épaisse sur la paroi du thorax. Bientôt la colle est sèche. On approche alors un cylindre pendant que l'insecte rend un son aigu, on obtient alors un tracé très-différent du premier.

M. le Dr Henri BEAUREGARD

PHYSIOLOGIE DE LA RÉTINE DES VERTÉBRÉS

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 27 août 1878. —

D'après les recherches de M. BEAUREGARD, la coloration rouge de la rétine n'est point due, chez les oiseaux, à la même cause que chez les Batraciens et les mammifères. Elle est due d'une part, aux globules rouges, d'autre part, à une matière granuleuse rouge qui est répandue dans le corps des cônes. Cette matière n'est point aussi sensible à l'action de la lumière que le Sehpurpur des Batraciens et des mammifères. Enfin, il n'y a que les cônes à globules rouges qui en soient pourvus, tandis que le Sehpurpur de Boll se trouve dans tous les organites de la rétine.

M. Ernst HAECKEL

Professeur de zoologie à l'Université d'Iéna.

SUR L'ORGANISATION ET LE SYSTÈME DES MÉDUSES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. Ernst Haeckel, professeur à l'Université d'Iéna, fait une communication sur l'organisation et la classification des Méduses.

Ayant eu à sa disposition un grand nombre de Méduses nouvelles, habitant presque toutes la profondeur de la mer, M. Haeckel a pu arriver à une classification nouvelle de cette classe. Il la divise en huit ordres, répartis en deux groupes principaux : les Craspedotæ (Gegenbaur) ou Cryptocarpæ (Eschscholtz) ou Gymnophthalmæ (Forbes), — et les Acraspedæ (Gegenbaur) ou Phanerocarpæ (Eschscholtz) ou Steganophthalmæ (Forbes).

Ces deux grands groupes sont beaucoup plus différents l'un de l'autre qu'on ne l'avait cru jusqu'à présent ; ils sont même probablement indépendants l'un de l'autre par leur origine.

Les Craspédotes comprennent quatre ordres (1° Anthomedusæ, 2° Leptomédusæ, 3° Trachymedusæ, 4° Narcomedusæ). Elles possèdent une ombrelle munie d'un vélum. Elles descendent de simples Polypes hydraires, sans filaments gastraux. Elles ont un double cordon nerveux complet, mais jamais de filaments gastraux. Leurs organes génitaux sont toujours perradiaux (c'est-à-dire situés sur le trajet des rayons de premier ordre).

Les Acrospèdes ont une ombrelle dépourvue de vélum. Elles se divisent également en quatre ordres : 5° Scyphomedusæ, 6° Conomédusæ, 7° Peromedusæ, 8° Discomedusæ. Elles descendent des scyphistomes de Polypes hydriformes avec filaments gastraux. Leur système nerveux ne forme jamais un cordon complet, mais quatre ou huit centres nerveux séparés. Elles ont toujours des filaments gastraux et leurs organes génitaux sont interradiaux (c'est-à-dire situés sur le trajet des rayons de second ordre).

Toute la classe des Méduses est remarquable par la variabilité de l'organisation et à ce point de vue présente des arguments puissants en faveur de la théorie du transformisme.

M. Ernst HAECKEL

Professeur de zoologie à l'Université d'Iéna.

SUR LES RADIOLAIRES DU FOND DE LA MER, RECUEILLIS PAR L'EXPÉDITION DU CHALLENGER

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 27 août 1878* —

La plupart des radiolaires qui ont servi d'objet aux recherches qu'expose M. Haeckel dans cette communication ont été dragués dans l'Océan-Pacifique pendant l'expédition du Challenger. On avait cru jusqu'à présent que les radiolaires sont pélagiques. Cette expédition a démontré que ces animaux sont au contraire surtout nombreux dans les profondeurs de la mer. Les plus nombreuses variétés de formes se rencontrent, en effet, à des profondeurs de 7 à 9,000 mètres. On ne saurait se faire une idée de la variété de formes qu'offrent les radiolaires : leur squelette siliceux représente dans leur réalisation toutes les formes fondamentales que l'on est en droit de supposer, d'après la « promorphologie générale. »

M. Georges POUCHET

Maître de conférences à l'École normale supérieure

MUSCLE VIBRANT DU HOMARD

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 27 août 1878* —

M. Georges Pouchet a trouvé chez le homard un muscle spécial vibrant dans le voisinage de la grande antenne. Il a étudié, par la méthode graphique, les vibrations de ce muscle sur des homards à l'époque de la mue. Il est encore impossible de dire si ces vibrations sont pour l'animal un moyen de défense, ou si elles lui facilitent l'expulsion de la vieille carapace au moment critique de l'exuviation.

M. Pierre MARCHI

Professeur de zoologie au Musée d'histoire naturelle de Florence

---

SUR LE DÉVELOPPEMENT DU CYSTICERQUE DES GECKOS EN CESTODE PARFAIT CHEZ LE STRIX NOCTUA

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 27 août 1878 —

M. MARCHI, de Florence, a trouvé un cysticerque sur les parois de l'intestin d'un Geckotien, l'Ascalobotes mauritanicus. Ce cysticerque enkysté a un diamètre de $0^{mm}5$, quelquefois même de 1^{mm}. La tête est munie de quatre suçoirs et de soixante-douze crochets disposés en quatre couronnes concentriques. Les crochets diffèrent de grandeur dans ces quatre étages. Voulant étudier les métamorphoses de ce parasite, M. le professeur Marchi a donné de ces vers à des chats et à des vautours fauves, mais sans pouvoir les voir se transformer en ténias. Ce n'est que chez un hibou, le strix noctua, que l'expérience a réussi. Six jours après l'ingestion, on trouva dans l'intestin du strix de petits ténias vivants et dont la tête offrait absolument les mêmes caractères que celle du cysticerque décrit plus haut.

M. F. GASCO

Professeur de zoologie et d'anatomie à l'Université de Gênes

MANIÈRE D'OBSERVER LA CIRCULATION DANS LES POUMONS DU TRITON

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 27 août 1878 —

M. le professeur GASCO, de Gênes, décrit un procédé facile pour observer la circulation dans le poumon du triton. Il suffit de lier fortement autour de chaque patte de l'animal un fil ciré, de placer l'animal sur la lame porte-objet, le ventre en l'air, puis de réunir et de nouer au-dessous de cette lame de verre les fils deux par deux. L'animal est ainsi complétement immobilisé. Par une incision délicate faite sur la ligne latérale, on peut tirer le poumon au dehors et l'observer directement. L'observation est encore facilitée et rendue

plus nette si on recouvre le poumon d'une toute petite lamelle de verre mince supportée par un peu de cire à modeler. Ce procédé si simple rend les mêmes services que l'appareil de Holmgren.

M. Fernand LATASTE
Répétiteur à l'École des hautes études

DIVISION EN FAMILLES NATURELLES DES BATRACIENS ANOURES D'EUROPE

— *Séance du 28 août 1878.* —

Le *spiraculum* (c'est une désignation que j'ai empruntée à Rœsel), est l'orifice par où l'eau s'échappe de la *chambre branchiale*, après avoir baigné les branchies et servi à la respiration. Il ne faut pas le confondre avec les *fentes branchiales*, toujours symétriques et disposées, au nombre de quatre paires, des deux côtés du pharynx. C'est par ces dernières que l'eau, avalée par le têtard, s'introduit dans la *chambre branchiale*, tandis qu'elle en sort par le *spiraculum*. Chez les larves d'Urodeles, les *fentes branchiales* existent comme chez les têtards d'Anoures; mais, tandis que chez celles-là, un simple repli de la peau, libre dans tout son bord postérieur, recouvre simplement les branchies ; chez ceux-ci, ce repli se soude au tégument en arrière des branchies, et dans tout son bord libre, à l'exception d'un seul point. Ainsi se forment la *chambre branchiale* et le *spiraculum*, exclusivement propres aux têtards des batraciens anoures.

Quand, en 1875, je rédigeai mon essai d'une faune herpétologique de la Gironde, je m'aperçus que les têtards de nos batraciens avaient le *spiraculum* tantôt inférieur et médian, et tantôt latéral gauche.

A l'aide de ce caractère je divisai ces formes larvaires en deux principaux groupes, dans le tableau dichotomique placé à la page 212 de cet ouvrage, et destiné à faciliter leur distinction spécifique. Je plaçai les têtards d'*Alytes* et de *Pelodytes* dans le groupe à spiraculum médian.

En 1876, dans une note insérée dans les procès-verbaux de la Société linnéenne de Bordeaux, je joignis à ces deux espèces le *Bombinator Igneus*.

que j'avais d'abord, faute d'un examen suffisant, laissé avec les espèces à spiraculum latéral. Je fis en même temps ressortir l'importance que devait avoir ce caractère au point de vue taxonomique, sans essayer néanmoins d'en tirer parti moi-même pour la classification de nos anoures d'Europe.

Ainsi que je l'ai su depuis lors, Lambotte, dès 1837, avait déjà vu et signalé l'existence du spiraculum médian; il avait sans doute observé cette disposition chez l'alyte, commun en Belgique; mais, inhabile à distinguer les unes des autres les diverses espèces de têtards, et de plus confondant avec le *spiraculum* les orifices latéraux par où sortent, au moment de la métamorphose, les membres antérieurs, il avait attribué trois spiraculums à tous les têtards d'anoures.

En outre, l'excellent et récent ouvrage de Leydig : *Die Anuren Batrachier der deutschen Fauna, 1877,* m'a appris que Götte, dans son grand ouvrage sur l'embryologie du *Bombinator Igneus,* avait, en 1875, au moment même où je faisais ma première observation relative à ce sujet, signalé chez cette espèce l'existence du *spiraculum médian ;* mais qu'il avait aussi, par une généralisation prématurée, attribué le même caractère indistinctement à toutes les larves de batraciens anoures.

Enfin j'ai pu, il y a peu de temps, mettre la main sur un ancien petit mémoire de Pontallié, professeur à l'école de médecine de Rennes. Il y a là d'excellentes observations, pour la plupart ignorées ou refaites depuis, sur différents points de l'organisation des batraciens, et notamment sur les particularités ostéologiques présentées par la *Rainette,* les *Grenouilles,* les *Crapauds,* le *Pélodyte,* l'*Alyte* et les *Pelobates.* Relativement au sujet qui nous occupe, voilà ce que j'y puis lire, à la page 212:

« Chez le têtard du crapaud accoucheur, que, de même que le précédent, je n'ai pu étudier qu'après la disparition des branchies externes, le trou branchial, au lieu d'occuper le côté gauche, est situé en avant du sternum et sur la ligne médiane du corps. »

Ce serait donc seulement chez le têtard du Pélodyte que j'aurais le premier signalé l'existence d'un spiraculum médian. Or je dois faire ici une confession qui me serait très-pénible, si elle n'était compensée par l'extrême plaisir que j'éprouve à voir une erreur détruite, même dans mes productions, par les progrès de la science. Des observations toutes récentes, communiquées à la Société zoologique de France et non encore publiées, ont démontré à M. Héron-Royer, mon collègue et ami, que la larve du Pélodyte, voisine par sa forme générale de celle de la Grenouille agile, a le spiraculum latéral ; et que la forme que j'avais décrite et figurée pour cette espèce n'est qu'une variété plus élancée de la larve de l'Alyte.

D'ailleurs, si j'ai à ma charge ces erreurs de fait, que je m'empresse d'avouer et de rectifier, je n'en suis pas moins le premier, ainsi que le remarque Leydig (*loc. cit.*), à avoir signalé l'importance en taxonomie de la disposition médiane ou latérale du spiraculum. On pourra voir tout à l'heure quelle base solide ce caractère fournit à la classification de nos batraciens.

Mais je dois auparavant donner quelques indications sur le *Discoglossus dictus*, la moins connue jusqu'à ce jour de nos espèces européennes. Grâce aux envois qui m'ont été faits d'Alger par M. Laurent Lasère, pharmacien militaire ; de Biskra (Algérie), par M. le capitaine Oudri ; et de Ciudad-Real (Espagne), par M. Eduardo Bosca, j'ai pu réunir au premier printemps de cette année une quinzaine de Discoglosses vivants et en rut. Les observations que j'ai pu faire alors sur cette espèce seront consignées dans un mémoire spécial, publié dans les actes de la Société linnéenne de Bordeaux. Je dirai seulement ici que le Discoglosse a, comme le Sonneur, la pupille triangulaire ; que le mâle saisit la femelle aux lombes, et que le têtard a le spiraculum médian.

Nous pouvons maintenant aborder l'objet essentiel de cette note.

Les auteurs de l'*Erpétologie générale* avaient disposé les Batraciens anoures phanéroglosses en trois familles : *Bufoniformes*, *Hylæformes*, et *Raniformes* : les première et dernière familles ne comprennent chacune qu'un genre européen, *Bufo* pour la première, *Hyla* pour la dernière ; nos six autres genres faisant partie des *Raniformes*.

A la plupart des auteurs qui ont eu à classer les anoures d'Europe ce dernier groupe a paru trop hétérogène. Seulement, s'ils ont tous été d'accord sur la nécessité de le démembrer, ils ont différé grandement les uns des autres dans la manière d'accomplir ce démembrement ; et les six genres *Rana*, *Pelobates*, *Pelodytes*, *Discoglossus*, *Bombinator* et *Alytes*, ont été combinés entre eux des façons les plus diverses. Je passerai sous silence la série des classifications proposées depuis l'*Erpétologie générale* jusqu'à nos jours, et je ne discuterai pas la valeur de ces différents systèmes. Les mêmes raisons qui militeront en faveur de la division que je propose combattront suffisamment les groupements différents successivement proposés par mes prédécesseurs.

Je me contente donc d'exposer celle-ci :

Classification des batraciens anoures d'Europe. — Division en familles naturelles

(Les genres et les espèces dont le nom est souligné ne sont pas français.)

				FAMILLES.	GENRES.	SOUS-GENRES.	ESPÈCES.
Batraciens anoures.	Platydactyles	Hylæformes		Hylidæ	Hyla, *Laurenti*		1 Arborea, *Linné*.
	Oxydactyles	Raniformes ou Dentés.	Lævogyrinidæ (2).	Ranidæ	Rana, *Linné*	*Ranæ aquaticæ*	2 Viridis, *Roesel*.
						Ranæ temporariæ	3 Agilis, *Thomas*.
							4 Fusca, *Roësel*.
							5 *Arvalis*, *Nillson*.
				Pelobatidæ	Pelobates, *Wagler*		6 Fuscus, *Laurenti*.
							7 Cultripes, *Cuvier*.
					Pelodytes, *Fitzinger*		8 Punctatus, *Dugès*.
			Mediogyrinidæ (1).	Discoglossidæ	*Discoglossus*, *Otth*		9 *Pictus*, *Otth*.
					Bombinator, *Mermes*		10 Igneus, *Laurenti*.
				Alytidæ	Alytes, *Wagler*		11 Obstetricans, *Wagler*.
		Bufoniformes ou Edentés.		Bufonidæ	Bufo, *Laurenti*		12 Vulgaris, *Laurenti*.
							13 *Viridis*, *Laurenti*.
							14 Calamita, *Laurenti*.

(1) De *medius* et *gyrinus*, *têtard* à spiraculum *médian*.
(2) De *lævus* et *gyrinus*, *têtard* à spiraculum latéral *(gauche)*.

Mieux qu'une longue discussion le tableau n° 2 justifiera l'établissement de ces six famillles.

CLASSIFICATION DES BATRACIENS ANOURES D'EUROPE

Caractères des familles naturelles

Extrémité des DOIGTS	À la mâchoire supérieure et au palais DENTS	Chez le têtard SPIRACULUM	Ouverture PUPILLAIRE	Vertèbre LOMBAIRE	À son bord postérieur LANGUE	Sous la peau membrane du TYMPAN	Mode D'ACCOUPLEMENT	ŒUFS pondus	ÉCLOSION du têtard	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Dilatée	Présentes	Latéral	Horizontale	Dilatée	Échancrée	Apparente	Axillaire	En une masse peu adhérente souvent divisée en petits paquets.	Précoce	HYLIDÆ
Simple	Présentes	*Latéral*	*Horizontale*	*Cylindrique*	*Très-échancrée*	Apparente	*Axillaire*	En une seule pelote arrondie.	Précoce	RANIDÆ
Simple	Présentes	*Latéral*	*Verticale*	*Très-dilatée*	*A peine échancrée*	Cachée	*Inguinal*	En un seul cordon gros et irrégulier	Précoce	PELOBATIDÆ
Simple	Presentes	*Médian*	*Triangulaire*	*Dilatée*	*Entière*	Peu ou point distincte	*Inguinal*	Peu adhérents les uns aux autres, et divisés en petits groupes ou totalement isolés.	Précoce	DISCOGLOSSIDÆ
Simple	Présentes	*Médian*	*Verticale*	*Dilatée*	*Entière*	Apparente	*Terrestre* et divisé en deux temps : d'abord *inguinal*, puis *collaire*	En un chapelet.	*Tardive*	ALYTIDÆ
Simple	*Absentes*	Latéral	Horizontale	*Dilatée*	*Entière*	Apparente	Axillaire	En deux cordons plus ou moins étirés, et emmêlés en un lourd écheveau.	Précoce	BUFONIDÆ

On remarquera que même la disposition des œufs après la ponte vient à l'appui de ma classification. Cela n'a rien d'étonnant d'ailleurs, puisque cette disposition est la conséquence d'un caractère anatomique, la structure intime de l'oviducte.

J'observerai à ce propos que les Pélobates ne pondent pas deux cordons d'œufs un certain intervalle de temps l'un après l'autre, comme dit l'avoir observé A. de l'Isle, et comme beaucoup d'auteurs, et moi-même, l'ont répété depuis. Les œufs, accumulés dans les deux utérus, sortent en deux filets qui viennent s'accoler dans le cloaque, et arrivent à l'extérieur sous la forme d'un seul cordon, très-irrégulier.

Cette observation, que j'ai faite ce printemps sur des *Pelobates fuscus*, a été déjà signalée à la Société zoologique de France, et doit faire le sujet d'une note plus détaillée (1).

2° LISTE DES ESPÈCES DE BATRACIENS

Anoures et urodèles de France (2).

Cette liste est le fruit de cinq années de recherches patientes et continues. En la présentant, l'auteur est entré dans quelques développements, et s'est étendu notamment sur le Triton de Blasius et les deux espèces du genre Euprocte. Il a exposé à ce propos quelques observations qu'il a pu faire dans une excursion récente aux Pyrénées. Comme ces recherches feront l'objet d'une communication ultérieure spéciale, nous n'en parlerons pas ici.

(1) Quand cette communication a été faite, je n'appliquais qu'aux *Raniformes* D. B. ma division en *medio* et *lævogyrides*. Des considérations qui seront développées dans un mémoire spécial m'ont engagé depuis à l'étendre à l'ordre entier des anoures. Je me contenterai d'indiquer ici que les vertèbres sont opisthocœliennes chez mes mediogyrinides, et procœliennes dans le groupe plus élevé et plus nombreux de mes lævogyrinides.

(F. LATASTE, avril 1879).

(2) Le traducteur du *Traité de zoologie* de Claüs a cru devoir ajouter en note à cet ouvrage (page 884, note 1) un tableau dichotomique des espèces de batraciens anoures de France. Il eût mieux fait de ne pas aborder un sujet qui, on le voit bien, n'était pas de sa compétence. Ainsi, d'après ce tableau, notre Rainette et nos Grenouilles pourraient se « distinguer facilement de nos autres anoures à la forme de leur pupille, qui serait *ronde* chez les premières, *transversale* chez les crapauds, et *verticale* chez les autres espèces. tandis qu'en réalité cet organe est en fente horizontale chez la Rainette et les Grenouilles tout comme chez les Crapauds, et se montre triangulaire chez le Sonneur. Ainsi encore le Crapaud vert (*Bufo viridis*, Laur., *Bufo variabilis* Pallas) ne fait pas partie de la faune française, et *Rana agilis*, Thomas, est très-abondamment répandu chez nous, quoique le tableau mentionne le premier et passe l'autre sous silence. La traduction du *Traité* de Claus étant en quelque sorte devenue classique chez nous, et se trouvant entre les mains de la plupart des étudiants, je me suis cru obligé à cette critique, d'ailleurs incomplète.

F. LATASTE.

TABLEAU DICHOTOMIQUE

Des espèces de Batraciens de France

(Les espèces qui ne sont pas numérotées et dont le nom est en italique, sont signalées en Europe, mais n'habitent pas en France).

1	Corps ramassé ; pas de queue	Ordre Anoures.	2
	Corps allongé ; une queue	Ordre Urodèles.	15

ORDRE ANOURES

2	Extrémité des doigts dilatée	sp. I HYLA ARBOREA. L	
	Extrémité des doigts non dilatée		3
3	Pas de dents à la mâchoire supérieure et au palais	Genre Bufo	9
	Des dents à la mâchoire supérieure et au palais		4
4	Pupille horizontale	Genre Rana	11
	Pupille verticale ou triangulaire		5
5	Pupille verticale		6
	Pupille triangulaire		8
6	Un éperon corné au talon	Genre Pélobate.	14
	Pas d'éperon corné au talon		7
7	Langue un peu échancrée ; tympan à peine apparent ; dents vomériennes un peu en avant des orifices nasaux ; pas de parotides ; corps élancé	sp. VII PELODYTES PUNCTATUS. Dugès.	
	Langue entière ; tympan bien apparent ; dents vomériennes un peu en arrière des orifices nasaux ; de petites parotides ; corps trapu	sp. IX ALYTES OBSTETRICANS. Wagler.	
8	Peau très-verruqueuse ; dos de couleur foncée uniforme, ventre orangé taché de bleu	sp. VIII BOMBINATOR IGNEUS. Laur.	
	Peau lisse, parfois accidentée de petits tubercules ; dos fauve ou cuivré taché de brun, ventre blanchâtre	*Discoglossus pictus.* Otth.	

GENRE BUFO

9	Un pli cutané bien distinct sur le bord interne du tarse ; 4e doigt plus court que le second		10
	Pas de pli cutané sur le bord interne du tarse ; 4e doigt plus long que le second	sp. X BUFO VULGARIS. — Laur.	
10	Tête de même longueur que le tibia ; une glande parotidiforme sur la face externe de la jambe ; ordinairement une raie dorsale jaune	sp. XI BUFO CALAMITA. — Laur.	
	Tête plus courte que le tibia ; pas de glande parotidiforme sur la jambe ; généralement pas de raie dorsale jaune	*Bufo Viridis.* — Rœsel.	

GENRE RANA

11	Dents vomériennes entre les orifices nasaux ; orteils entièrement palmés	sp. II RANA VIRIDIS. — Rœsel.	
	Dents vomériennes en arrière des orifices nasaux ; orteils incomplètement palmés		12
12	Quand on ramène en avant, le long du corps, le membre postérieur, le talon dépasse amplement l'extrémité du museau	sp. III RANA AGILIS. — Thomas.	
	Dans les mêmes conditions, le talon tombe entre l'œil et la narine		13
13	Tubercule métatarsien peu développé	sp. IV RANA FUSCA. — Rœsel.	
	Tubercule métatarsien très-développé et comprimé	*Rana Arvalis* — Nillson.	

GENRE PÉLOBATES

14	Crâne convexe entre les yeux ; éperon jaunâtre	sp. V PELOBATES FUSCUS. Laur.	
	Crâne plan ou même légèrement concave entre les yeux ; éperon noirâtre	sp. VI PELOBATES CULTRIPES. Cuvier.	

ORDRE URODÈLES

15	Branchies persistant toute la vie	sp. XII *Proteus anguineus.* Laur.	
	Branchies caduques	Famille Salamandrida.	16

16	Langue étroitement fixée au plancher buccal, et libre seulement sur ses bords postérieurs et latéraux.	19
	Langue libre dans la plus grande partie de son étendue.	17
17	Langue en forme de champignon, libre sur tout son pourtour, et fixée seulement par un pédoncule médian; dents au palais en 4 séries, deux antérieures transversales et deux postérieures longitudinales	*Spelerpes fuscus*. Bonap.
	Langue fixée par son bord antérieur; dents du palais en deux séries longitudinales.	18
18	Langue fixée par son bord antérieur seulement, comme celle de beaucoup de Batraciens anoures: 4 doigts seulement à chaque patte	*Salamandrina perspicillata* Laur.
	Langue fixée en avant par son bord antérieur, au centre par un pédoncule, et, entre ces deux points, par une mince membrane; 4 doigts et cinq orteils; yeux très-saillants; queue très-longue et arrondie	*Chioglossa lusitanica*. Barb.
19	Séries des dents palatines commençant en avant des orifices internes des narines.	*Pleurodeles Waltlii*. Mich.
	Séries des dents palatines commençant en arrière des orifices des narines	20
20	Queue arrondie; des parotides très-développées	Genre Salamandra 22
	Queue aplatie en rame; parotides absentes ou fort peu développées	21
21	Jamais de crête dorsale chez le mâle; cloaque conique chez la femelle au temps du frai	Genre Euproctus. 23
	Une crête dorsale chez le mâle en noces; cloaque ovoïde et moins tuméfié chez la femelle que chez le mâle	Genre Triton. 24

GENRE SALAMANDRA

22	Robe totalement noire.	sp. XXI SALAMANDRA ATRA. Laur.
	Robe à grandes taches jaunes sur fond noir .	sp. XX SALAMANDRA MACULOSA. Laur.

GENRE EUPROCTUS

23	Langue très-grande recouvrant presque en entier le plancher buccal; un gros tubercule fortement proéminent au tarse chez la femelle	*Euproctus platycephalus*. Grav.
	Langue petite occupant au plus le tiers en surface du plancher buccal; jamais de tubercule proéminent au tarse.	sp. XIX EUPROCTUS PYRENÆUS. D. B.

GENRE TRITON

24	Un pli gulaire très-apparent; jamais de palmure aux orteils	26
	Pli gulaire absent ou indistinct; orteils palmés ou lobés chez le mâle en noces.	25
25	Chez le mâle en noces, orteils palmes; crête basse et rectiligne; un pli longitudinal saillant de chaque côté sur les bords du dos, queue tronquée à son extrémité et terminée par un petit filet	sp. XIII TRITON HELVETICUS. Razoum.
	Chez le mâle en noces: orteils lobés; crête haute et dentelée; pas de pli le long des flancs; queue acuminée	sp. XIV TRITON PARISINUS. Laur.
26	Ventre unicolore, orange: crête basse et rectiligne chez le mâle en noces.	sp. XV TRITON ALPESTRIS. Laur.
	Ventre à grandes taches ou piqueté; crête haute chez le mâle en noces.	27
27	Ventre piqueté de noir et de blanc sur fond brun roux; crête à bord libre continu ou ondulé.	s. XVI TRITON MARMORATUS. Latr.
	Ventre à grandes taches brunes sur fond orange; crête dentée en scie	28
28	Dos vert marbré de brun	sp. XVII TRITON BLASII. De l'Isle.
	Dos noirâtre ou brun fauve à taches noires . .	sp. XVIII TRITON CRISTATUS. Laur.

M. le Dr Osman GALEB

Professeur à l'École de médecine du Caire (Égypte)

OXYURIDÉS PARASITES DES INSECTES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878* —

Parmi les vers parasites des insectes, on a surtout remarqué les nématodes migrateurs qui s'enkystent d'abord dans les corps graisseux de ces articulés; mais on s'est peu occupé jusqu'à ce jour des entozoaires. Cependant, quelques auteurs, Hammershmidt, Dugès, Léon Dufour, ont indiqué succinctement et sans les figurer, quelques-uns de ces nématodes.

Ayant appris, par mes lectures, l'existence de deux oxyures dans l'intestin terminal du *Periplaneta orientalis* et d'un troisième l'*Oxyurus spirotheca* dans l'intestin de l'*Hydrophilus piceus*, j'ai supposé que des parasites semblables devaient se rencontrer aussi chez les autres représentants des familles des Blattides et des Hydrophilides; je ne me trompais pas, mais au lieu de trouver les mêmes espèces chez les différents membres de ces deux familles, qui présentent des habitudes de vie à peu près identiques, j'ai constaté, au contraire que chaque espèce d'insecte offre au moins une espèce différente de parasite.

Je laisserai de côté, dans cette communication, toute la partie anatomique de mon travail, et je n'insisterai que sur deux points qui me paraissent présenter quelque intérêt. Je parlerai d'abord des premiers phénomènes de segmentation de l'œuf de ces animaux; et je rechercherai ensuite quels liens de parenté unissent entre elles ces différentes espèces de parasites.

Les œufs de ces entozoaires, par leur grande transparence, sont éminemment favorables aux recherches embryologiques. On admet assez généralement, comme vous savez, que la vésicule germinative disparaît au moment de la segmentation. Or, j'ai pu constater sur ces œufs que les choses se passaient tout autrement. On voit la vésicule germinative s'allonger et se segmenter d'abord avant le vitellus; et c'est seulement quand sa segmentation est complète, que le vitellus commence la sienne. L'œuf du nématoïde qui vit dans l'intestin terminal du *Blatta germanica* se prête surtout à cette observation. Les blastomères, une fois formés, se rangent autour d'une sorte de cavité centrale, et forment le blastoderme. Celui-ci se compose d'abord d'une seule couche. Le tube digestif est produit par deux bourgeons bien distincts qui vont à la rencontre l'un de l'autre et finissent par se toucher. Le bourgeon antérieur est le plus important, car il fournit l'œsophage, le bulbe dentaire et la première portion de l'intestin. Le point de jonction des deux bourgeons reste longtemps distinct, et c'est par là que s'accroît le tube digestif tant que l'animal s'allonge. Les organes génitaux se laissent admirablement bien voir, ainsi

que la formation de l'œuf ; et à ce sujet, mes observations se trouvent en désaccord avec celles de Schneider.

D'après cet auteur, les organes génitaux se formeraient aux dépens d'une cellule qu'il nomme *cellule génitale*. Celle-ci s'allongerait en forme de saucisson; son contenu se diviserait primitivement en deux masses, l'une centrale, donnant naissance aux premiers œufs et à la cellule terminale de l'ovaire; l'autre, périphérique, produisant la charpente de cet organe. Je n'ai jamais rien vu de semblable. D'après mes observations très-souvent répétées, les organes génitaux se forment aux dépens d'une cellule appartenant à l'aire abdominale. Celle-ci, proliférant, donne naissance à un bourgeon primitif, qui, restant simple ou se bifurquant suivant les cas, formera les organes génitaux ; mais ces organes gardent l'apparence d'un simple bourgeon, tant que l'animal n'a pas acquis tout son développement. Plus tard, les cellules terminales de ces bourgeons donnent naissance par la prolifération à des cellules qui, primitivement nues (Gymnocelles), se développent de façon à devenir les œufs.

Avant la ponte, le vitellus peut n'avoir pas encore déjà subi sa segmentation ; il se peut même que l'embryon soit entièrement développé. On distingue déjà, dans l'œuf, le mâle de la femelle ; et, à l'inverse de ce qu'on voit chez les insectes, les œufs les plus tardifs donnent naissance aux mâles.

J'aborde à présent la deuxième question. Comment expliquer l'existence de parasites d'espèces différentes chez chacun des représentants des deux familles naturelles que j'ai étudiées : la famille des Blattides (Orthoptères) et la famille des Hydrophilides (Coléoptères) ? A moins d'admettre que chaque espèce de nématode a été créée avec l'insecte qui la nourrit, ce à quoi je ne puis me résoudre, il faut bien croire qu'à mesure que la souche de chacune de ces deux familles s'est ramifiée pour donner naissance aux espèces actuelles, la souche originelle de leurs entozoaires a fourni aussi des rameaux adaptés à des conditions nouvelles d'existence, et a formé les diverses espèces que nous trouvons différenciées aujourd'hui.

DISCUSSION

M. le professeur Perrier demande à M. Galeb s'il a observé la façon dont les spermatozoïdes des nématoïdes, fort peu actifs, remontent jusqu'à la vésicule séminale, qui se trouve fort peu éloignée de l'orifice génital. M. Galeb répond que pendant la copulation on remarque, dans le tube génital de la femelle, des mouvements péristaltiques. Ces mouvements, dirigés vers le réservoir séminal, conduisent le sperme jusqu'à lui.

M. Giard questionne M. Galeb sur la façon dont se comporte la vésicule germinative après la fécondation. Se divise-t-elle, comme Brandt dit l'avoir observé, en un grand nombre de particules qui se perdent dans la masse vitelline ? M. Galeb répond qu'il a toujours vu la vésicule germinative se segmenter régulièrement, sans jamais perdre son individualité. MM. Giard et Perrier disent que leurs propres observations concordent avec celles de M. Galeb.

M. Perrier demande à M. Galeb s'il a vu le phénomène *de soleil* qu'on

observe généralement dans les œufs au moment de la segmentation. M. Galeb répond qu'il a été témoin du phénomène sur les espèces de nématodes qui ont donné lieu aux observations de Bütchli et des autres auteurs ; mais que, dans l'œuf des nématodes parasites des insectes, le vitellus est encore, au moment de la segmentation, rempli de vésicules graisseuses qui masquent complètement une semblable disposition, si elle se produit.

A ce propos, M. de Quatrefages rappelle ses anciennes recherches sur l'embryogénie des Hermelles. Il a vu le fractionnement se produire dans l'ovule, mais être suivi de la fusion totale ou partielle des sphères plus ou moins complètes qui en résultaient ; puis le fractionnement recommençait, devenait plus complet que la première fois, et était suivi d'une nouvelle fusion. C'est par une série d'alternatives semblables que le travail aboutissait à l'organisation de la larve. Les figures qui accompagnent le mémoire de M. de Quatrefages ont été calquées à la chambre claire et représentent ces phases. Ce phénomène semble avoir été oublié.

Il en est de même des mouvements de retrait et des apparences diverses signalés par M. de Quatrefages dans les mêmes œufs, à la suite de l'expulsion du globule transparent appelé *globule polaire* par M. Robin. L'une de ces apparences rappelle les figures en étoile dont il vient d'être question.

M. de Quatrefages a aussi décrit les mouvements qui se passent dans les œufs non fécondés et aboutissant à la désorganisation.

M. Edm. PERRIER

Professeur au Muséum d'histoire naturelle de Paris

ASTÉRIES DRAGUÉES DANS LE GULF-STREAM

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878* —

M. le professeur Alexandre Agassiz a envoyé à M. Edm. Perrier, professeur au Muséum d'histoire naturelle de Paris, des astéries draguées dans le Gulf-Stream.

Ces astéries ont été déterminées à l'aide de la riche collection du Muséum. Plusieurs sont nouvelles et établissent des passages entre des formes précédemment connues. M. Perrier présente aussi quelques holothuries du genre *Rhopalodina*, qui ont été données au Muséum par un officier de marine dévoué aux recherches scientifiques, le lieutenant Hurtaux.

Madame la Baronne de PAGES

SUR LES VERS A SOIE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878* —

Mme la baronne DE PAGES déclare que les procédés indiqués par M. Pasteur, pour faire disparaître la pébrine, sont tout à fait insuffisants et souvent inapplicables. Elle indique un ensemble de soins hygiéniques qui lui ont parfaitement réussi et lui ont permis d'éviter toutes les maladies qui déciment les magnaneries depuis quelques années.

DISCUSSION.

M. le professeur N. JOLY, de Toulouse, croit que Mme la baronne de Pages est entrée dans une excellente voie, et que son exemple devrait trouver en France de nombreux imitateurs. Dans l'éducation des vers à soie, nous nous écartons malheureusement de plus en plus des règles d'une hygiène rationnelle, c'est-à-dire en harmonie avec les simples lois de la nature. C'est à ces lois qu'il faut revenir, et n'avoir pas seulement recours aux *graines microscopisées*, dont la spéculation intéressée et une fraude odieuse inondent nos magnaneries, au grand préjudice de l'industrie séricole.

M. N. Joly cite ensuite des chiffres officiels et récents qui prouvent que la production de la soie en France est allée sans cesse en décroissant, depuis 1853, époque à laquelle se montrèrent les premiers symptômes de la maladie, ou plutôt des maladies des vers à soie. De deux millions de kilogrammes, chiffre des années 1853 et 1854, la production de la soie est descendue, en 1876, à 150,000 kilogrammes seulement. Ce dernier chiffre s'est un peu relevé en 1877, mais il est bien loin encore d'atteindre la quantité jadis normale (deux millions de kilogrammes). Donc, le procédé de grainage préconisé par M. Pasteur est tout à fait insuffisant, à lui seul, pour guérir le fléau qui a presque tari la source de l'une de nos principales richesses nationales, et l'année 1867, qui, d'après la promesse du savant chimiste « *devait être la dernière à entendre les plaintes des éducateurs*, » a été suivie de dix ou onze autres où ces plaintes ont retenti de plus en plus; et au moment actuel, elles sont loin d'avoir cessé.

M. Joly fait observer, en terminant, que pour être fidèle aux lois de l'étymologie, il faudrait dire industrie *séricole*, *sériculture* et non *séricicole*, *sériciculture*. Témoins les mots, *agriculture*, *horticulture*, *sylviculture*, *viticulture*, *apiculture*, *ostréiculture*, *pisciculture*, *aquiculture*, etc., tous formés de deux

substantifs réunis en un seul vocable. Or, le mot *sériciculture* est composé d'un adjectif *(sericeus)* et d'un substantif, ce qui est une infraction évidemment illogique à la règle établie. En conséquence, M. Joly demande que la faute de français qu'il signale soit évitée dans la rédaction du procès-verbal.

M. Sabatier fait remarquer qu'on a essayé le retour à la nature, dans la plus large acception du mot, pour l'éducation des vers à soie. On a élevé ces animaux en plein air. Il cite les expériences de M. Chavannes de Lausanne, celles de M. Martins de Montpellier, les siennes, et celles qui ont été faites il y a peu de temps sous l'impulsion du Conseil général du Gard.

Tous ces essais ont échoué; et les vers sont morts après deux ou trois années d'essais successifs.

M. Sabatier affirme que par la sélection selon la méthode Pasteur on est parvenu à se débarrasser de la pébrine; mais que pour la flacherie, on est encore dans l'obscurité la plus grande quant à sa nature et quant aux moyens de la combattre sûrement.

Pour ce qui a trait à la *condition des graines* que Mme la baronne de Pages voudrait voir établir, M. Sabatier cite les serres d'essais précoces, et l'insuccès de ce moyen de contrôle qui est aujourd'hui généralement abandonné.

M. KÜNCKEL d'HERCULAIS

Aide naturaliste au Muséum d'histoire naturelle

PARTICULARITÉS DE STRUCTURE DE L'APPAREIL GÉNITAL FEMELLE DU BOMBYX MORI

— *Séance du 29 août 1878* —

M. Jules KÜNCKEL d'HERCULAIS
Aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle

TERMINAISONS NERVEUSES TACTILES ET GUSTATIVES DE LA TROMPE DES DIPTÈRES.

— *Séance du 29 août 1878.* —

C'est à M. Leydig que nous sommes redevables de la connaissance de la terminaison de certains nerfs qui se distribuent à la périphérie chez les insectes et les crustacés ; c'est lui qui a reconnu le premier que les filets nerveux, qui se rendent à la base de certains poils tactiles, se terminent par une cellule ganglionnaire renflée en forme de massue. Il a fait ses premières observations sur la larve d'un Diptère, de la famille des Tipulites, le *Corethra plumicornis* et il a donné une bonne figure explicative (1).

Quelques années après d'autres auteurs, et Leydig lui-même (2), ont montré que ce mode de terminaison par une cellule ganglionnaire se retrouvait dans les organes qu'on pouvait à bon droit considérer comme le siége de l'odorat ou de l'audition.

Ainsi Leydig a figuré (3) les renflements ganglionnaires terminaux des nerfs dans la trompe ; et la base des balanciers des mouches *(Musca vomitoria* et *Eristalis tenax.)* H. Landois (4), dans un mémoire sur l'organe de l'ouïe du *Lucanus cervus* a représenté les terminaisons nerveuses ganglionnaires dans l'antenne, mais il a reconnu en outre la présence d'un filament qui établit une relation entre la cellule ganglionnaire et le poil, filament qu'il compare au cylindre axe des nerfs ; mais en examinant la figure qu'il donne, on s'aperçoit qu'il n'a pas dessiné les rapports du filament avec le poil et avec la cellule nerveuse.

Depuis, M. le docteur Jobert (5) a repris la question et a consacré un chapitre de son excellente thèse à traiter des rapports du système nerveux avec les poils tactiles chez les insectes ; une série de dessins donne une idée très-exacte de ses recherches sur les terminaisons nerveuses. Comme Leydig et Landois, il a très-bien observé les renflements

(1) LEYDIG, *Anatomisches und Histologisches ueber die Larve von Corethra plumicornis*, Zeitschr. für wiss. Zool. bot. Bd. III 1851, p. 435, t. XVI, fig. 1. — Traité d'histologie.
(2) FR. LEYDIG, *Zur anatomie der Insecten* Archiv. für Anat. Phys. und wiss. Medicin. 1859, p. 153. Taf. IV, fig. 35 et 36.
(3) FR. LEYDIG, *Ueber Geruchs und Gehörorgane der Krebse und Insecten*. Archiv. für Anat Phys... 1860, p. 299, Taf. IX, fig. 19 et 20.
(4) H. LANDOIS, *Das Gehörorgane des Hirschkäfers* (LUCANUS CERVUS). Arch. für Mikros. Anat. 1868 p. 88, Taf. VI.
(5) JOBERT, *Etudes d'anatomie comparée sur les organes du toucher*. Paris, 1872, p. 140, pl. X.

ganglionnaires; mais il a constaté en outre l'existence dans la trompe des Diptères, les palpes des Orthoptères, d'un filament mettant en communication le poil et les ganglions, filament qu'il assimile à juste titre à celui dont Landois a reconnu l'existence chez le Lucane. Mais malheureusement le docteur Jobert n'a jamais pu suivre le filament jusque dans l'intérieur des poils, par suite de leur coloration en noir et procédant par dilacération, n'a jamais obtenu que des filaments rompus dont « les extrémités étaient brisées en bec de flûte. » Rejetant l'opinion de Landois sur la nature nerveuse du filament, il le considère comme un prolongement chitineux de la cavité centrale du poil, servant à « transmettre à l'intérieur de l'organe nerveux les ébranlements reçus du dehors. »

Sans entrer dans la description complète de l'organisation de la trompe des Diptères, description qui ne serait pas ici à sa véritable place, je me contenterai de dire que la trompe se termine par deux valves qui, dans le repos, sont repliées l'une contre l'autre et qui, lors de la succion, sont écartées et s'appliquent exactement sur les surfaces de manière à constituer une ventouse; morphologiquement ces deux valves que le vulgaire appelle simplement la trompe, représentent, ainsi que le pensait Newport, les palpes de la lèvre inférieure. Un caractère particulier leur donne un aspect des plus remarquables, qui a frappé tout d'abord les micrographes; au-dessous du tégument ils contiennent un énorme tube, d'où partent des branches, véritable digitation; le tronc commun comme les branches, ont une structure tout à fait comparable à celle des trachées; ce qui leur a fait donner le nom de *fausses trachées*. Ce sont bien des *fausses trachées*, car il n'y a aucune communication avec l'appareil trachéen proprement dit; elles ont pour rôle principal de soutenir le tégument des palpes. Dans l'épaisseur de ces palpes vient se diramer une vraie trachée; mais parallèlement au gros tronc des fausses trachées on voit pénétrer le nerf labial, relativement volumineux. A peine a-t-il pénétré qu'il se dichotomise bientôt et envoie une multitude de ramifications à la périphérie et à la face interne des valves. Les filets nerveux qui vont à la périphérie se dirigent vers les poils nombreux très-développés et très-allongés qui bordent la trompe; ceux qui vont à la face interne se rendent au contraire à des poils rudimentaires qui affectent une forme toute spéciale, car ils sont réduits à un petit cylindre chitineux des plus exigus représentant la partie basilaire des grands poils.

Si on examine les terminaisons nerveuses qui se rendent aux poils, on reconnait qu'un filament se détache du renflement ganglionnaire et se rend aux poils, ainsi que M. Jobert l'a décrit et figuré; mais de plus on reconnaît parfaitement qu'il s'arrête dans l'âme de chaque poil au point où il se relie au tégument par une partie membraneuse. Si d'au-

tre part, on soumet à un examen attentif les terminaisons qui vont aux poils rudimentaires, on constate que le filament traverse le petit cylindre et vient saillir au dehors sous la forme d'une pointe arrondie, très-délicate et très-déliée. Il est probable que M. Jobert a justement examiné ces terminaisons, croyant avoir affaire à des filaments brisés.

Quant à la nature du filament, je dois partager l'opinion du docteur Jobert et le considérer comme une partie chitineuse; sur des préparations faites alors que les pigments ne sont pas développés, j'ai pu constater que le filament se rendait au renflement ganglionnaire, mais n'émanait nullement du filet nerveux, je ne partage donc en aucune façon l'opinion de M. Landois et je ne puis le considérer comme un *cylindre axe.*

En résumé, il y a dans l'extrémité de la trompe des Diptères (Muscides, Syrphides) deux sortes de terminaisons nerveuses : les unes en rapport avec des poils très-développés; les autres en relation avec des poils rudimentaires de forme spéciale. Je considérerai les premières comme des terminaisons tactiles, il n'y a pas de doute possible. Je regarderai les secondes, à cause de leur situation à la face inférieure de la trompe, de leur structure particulière, comme des terminaisons gustatives (1).

M. SABATIER

Professeur à la Faculté des sciences de Montpellier

SUR LA THÉORIE GÉNÉRALE DU SQUELETTE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878* —

M. SABATIER communique quelques remarques sur la théorie générale de la vertèbre. Pour lui cette théorie est loin d'avoir une valeur réelle. Il nie l'existence du type vertébral, et pense que la vertebre n'est autre chose que la solidification d'un axe intermusculaire de tissu conjonctif dont les appendices sont contingents et dépendent du développement et de la disposition du système musculaire. En laissant de côté le crâne, dont la composition vertébrale est insoutenable en présence des données de l'embryologie, M. Sabatier fait remarquer pour le reste de la colonne vertébrale :

(1) Pour plus de détails, voyez : *Recherches sur l'organisation et le développement des Volucelles.* Partie II (actuellement sous presse).

1° Que les points d'ossification sont extrêmement variables d'un moment à l'autre comme nombre et disposition;

2° Que les parties typiques de la vertèbre font souvent défaut, comme par exemple le centrum, qui n'est parfois qu'une dépendance des neurapophyses;

3° Que les parties de la vertèbre sont tantôt autogènes, tantôt hétérogènes;

4° Que les côtes caudales ou arcs hémaux de la queue des poissons changent tout à fait de signification, suivant qu'il s'agit des poissons osseux, chez lesquels ils sont formés par les paraphyses, ou des poissons cartilagineux, chez lesquels ils correspondent aux vraies côtes;

5° Que les apophyses latérales du corps de la vertèbre se multiplient quand le système musculaire se complique. C'est ainsi que les quatre apophyses latérales des vertèbres lombaires du chien et des grands carnivores proviennent de l'épanouissement d'un tubercule unique des vertèbres dorsales, parce que les muscles sacro-lombaires (ou grand dorsal et transversaire épineux) acquièrent au niveau des lombes une grande complication et multiplient leurs tendons.

De là, M. Sabatier croit pouvoir conclure que le type vertébral, composé d'éléments nécessaires, n'existe réellement pas, et que les éléments apophysaires de la vertèbre sont produits par la composition du système musculaire. Le système osseux est sous la dépendance et sous la direction du système musculaire.

M. le Dr Henri BEAUREGARD

de Paris

SYSTÈME CIRCULAIRE DE L'ŒIL DES OISEAUX

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 29 août 1878 —

M. Beauregard présente des préparations transparentes de choroïdes d'oiseaux injectées. Dans la circulation de la choroïde chez ces vertébrés, on ne trouve qu'une seule artère irienne, qui, se bifurquant au voisinage de l'iris, y forme, au moyen de ses deux branches, le grand cercle de l'iris. La deuxième branche irienne, au moins chez la Pintade, naît, par un tronc qui lui est commun avec la première, de l'artère ophthalmique; mais elle ne va pas à l'iris; c'est elle qui, pénétrant dans le peigne, y forme le riche réseau vasculaire qui distingue cet organe.

M. le Dr Alexis HORVATH
de Kieff (Russie)

DU SOMMEIL HIBERNAL DES ANIMAUX A SANG CHAUD

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878* —

Les meilleures recherches et découvertes sur le sommeil hibernal sont celles qui ont été faites, il y a de cela une cinquantaine d'années, par un Français, M. Saissy. Depuis lors, les découvertes sur le sommeil hibernal n'ont fait aucun progrès sensible.

Je m'occupe depuis longtemps spécialement du sommeil hibernal. J'ai fait de nombreuses observations sur les animaux suivants : *Spermophilus citillus* de la Silésie ; le *S. guttatus* du midi de la Russie ; le *S. brevi cauda* du Volga ; le Hamster *(Ericetus frumentarius)*, capturé en Alsace, en Saxe, en Prusse et dans le midi de la Russie ; le *Myoxus drias* et le *Myoxus glys* provenant des forêts du midi de la Russie ; la marmotte des steppes, *Arctomys bobac*, habitant les steppes des Cosaques du Don, et enfin, les Hérissons de Silésie, d'Autriche, de la Prusse et du midi de la Russie et d'Astrakan.

Les résultats de mes recherches sur le sommeil hibernal ont été communiqués et démontrés par moi dans plusieurs sociétés scientifiques de l'Allemagne. Je citerai celles de Breslau, de Wurtzbourg et de Strasbourg, où j'ai eu pour auditeurs les savants les plus éminents, parmi lesquels Kolliker, Schimper, Oscar Schmidt, Fick, Heidenhain, Waldeyer, Kindt, Fraube, Hoppe, Seiler, Golz, de Bary, Schmiedeberg, et une multitude d'autres dont l'énumération prendrait peut-être une page entière.

Quelques-uns de mes résultats, à cause de l'intérêt qu'ils présentent, sont cités dans différents ouvrages scientifiques, rien qu'à la suite de mes démonstrations et de mes communications verbales (voir la *Chimie physiologique* de Hoppe-Seiler.)

Ce n'est pas sans peine que j'ai pu me procurer le matériel nécessaire à mes expériences ; il m'a fallu aller le chercher moi-même dans les contrées lointaines, jusque sur les bords de la mer Caspienne.

Ce n'est pas sans peine encore que j'ai pu mettre en œuvre ce matériel.

L'accueil favorable qu'on a fait aux résultats de mes recherches a compensé, et au delà, le mal que je m'étais donné.

C'est en partie à cause de ces sentiments qu'ayant pris part à l'Association française pour l'avancement des sciences, je crois de mon devoir de vous communiquer quelques faits sur le sommeil hibernal.

Il est impossible de résumer en quelques mots des observations variées qui ont duré plusieurs années. Je veux vous entretenir ici seulement de quelques faits.

A la simple inspection de quelques os ou de quelques dents d'un animal, on peut reconnaître bien des caractères de celui-ci. Mais, même en ayant sous les yeux un animal avec chair et poil, mort ou vivant, on serait très-embarrassé de dire si tel animal est hibernant ou non.

Pour résoudre le problème on n'avait jusqu'à présent d'autre ressource que de consulter les livres de zoologie, ou d'attendre un hiver et de voir comment se comportait l'animal. Moyens assez imparfaits tous les deux. Comme nous le savons, en effet, dans les livres de zoologie il y a, à ce sujet, des contradictions relativement à quelques animaux (ours, écureuils); et quant à attendre l'hiver, nous savons aussi que les animaux hibernants, quelquefois, comme par caprice, passent tout un hiver sans hiberner.

Aussi, dès le commencement de mes recherches, j'ai dû m'inquiéter d'un moyen pour distinguer un animal hibernant d'un autre qui ne l'est pas.

Après de longues réflexions, j'ai essayé comme critérium l'action du froid sur les différents animaux.

Pour faire mieux ressortir les résultats de ces recherches, je vais vous rappeler en quelques mots ce que l'on observe quand on soumet les animaux à sang chaud (mais non hibernants) à un refroidissement artificiel.

Ces animaux meurent inévitablement dès que leur corps est refroidi à une température au-dessous de + 19° C.

Chez ces animaux, les muscles striés (avec leurs nerfs), refroidis jusqu'à + 9° C., ne donnent aucun signe d'irritabilité, même excités à l'aide des plus forts courants électriques.

Mais, si l'on réchauffe les muscles et les nerfs refroidis jusqu'au point de leur insensibilité complète à l'électricité, on observe un effet analogue à celui que l'on obtient par le curare. Les muscles striés se contractent par l'application directe des électrodes, et ne donnent aucune contraction quand on place les électrodes sur les nerfs qui dirigent ces muscles.

Si maintenant, par les mêmes procédés, nous refroidissons les animaux à sang chaud (mais hibernants), nous voyons que chez eux le cœur bat à une température beaucoup plus basse (+ environ 4° C.) que chez les animaux non hibernants; de même, les muscles striés des animaux hibernants se contractent, spontanément et par l'électricité, à une température beaucoup plus basse que les animaux non hibernants; l'état des muscles analogue à celui des muscles curarisés ne survient pas chez les hibernants refroidis. De même le tétanos qui survient ordinairement chez les animaux non hibernants (vers la température de 19° C.), ne se montre pas chez les hibernants refroidis.

Enfin les animaux hibernants supportent, et à plusieurs reprises, les plus grands refroidissements de leur corps; ils survivent à un abaissement de leur température jusqu'à + 3° C.; + 2° C.; + 1° C., et même au-dessous de 0° C., jusqu'à — 0° 2 C.

Ce dernier fait, que j'ai démontré au professeur Hoppe-Seiler, au professeur Bawman, et à beaucoup d'autres, dépasse de beaucoup tout ce qu'on avait supposé jusqu'à ce jour sur ce point.

J'appelle votre attention sur ce dernier fait, les expériences de Magendie, Claude Bernard et Walther (de Kieff), ayant démontré que les animaux refroi-

dis et abandonnés à eux-mêmes, c'est-à-dire sans qu'on leur vienne en aide par un réchauffement ou autre moyen, ne peuvent pas survivre à un abaissement de température de leur corps au-dessous de + 19° C.

Par ces expériences, on voit que les animaux hibernants se comportent, vis-à-vis du refroidissement, autrement que les animaux non hibernants; et que le froid donne, par conséquent, le moyen cherché pour distinguer ces deux groupes d'animaux.

Le sommeil hibernal, comme l'indique sa dénomination même, a été considéré comme lié à la saison d'hiver et au froid.

Cette dernière opinion s'est tellement enracinée dans les esprits que, quoique personne n'ait réussi, jusqu'à présent, à produire artificiellement pendant l'été, au moyen du froid, le sommeil hibernal, bien des savants considèrent pourtant le froid comme la cause essentielle de l'hibernation, et font encore des essais pour la reproduction du sommeil hibernal en été.

Malgré ces tentatives infructueuses pour produire le sommeil hibernal au moyen du froid, on conserve l'opinion que le sommeil hibernal est un acte périodique, coïncidant toujours avec l'hiver, et en quelque sorte lié à cette saison.

J'ai laissé de côté l'exception du Tanrec de Madagascar, qui, suivant des données contredites par d'autres, aurait son sommeil hibernal en été.

C'est sur le fait du *sommeil hibernal d'été* que je veux attirer ici votre attention.

Après un millier d'observations sur différents animaux hibernants, tout confirmait que le sommeil hibernal était vraiment lié à la saison d'hiver.

Mais quel fut mon étonnement quand, après plusieurs années d'observations, je vis un beau jour, au beau milieu de l'été, un *Spermophilus guttatus* plongé dans le sommeil hibernal, et montrant tous les symtômes caractéristiques nécessaires pour faire admettre cet état; et quand je vis ensuite chez moi les autres *Spermophilus* tenir leur sommeil hibernal en été tout à fait de la même manière et tout aussi fréquemment qu'ils l'ont fait chez moi en hiver.

Ce fait de sommeil hibernal pendant l'été qui s'est montré seulement après quelques années d'observations, prouve avec quelles réserves il faut parler de cet acte que personne ne connaît, et sur lequel souvent les gens les moins compétents se permettent de raisonner.

M. Francisco GASCO

Professeur de zoologie et d'anatomie à l'Université de Gênes

SUR UNE BALEINE DES BASQUES CAPTURÉE DANS LA MÉDITERRANÉE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878* —

M. Francesco Gasco raconte la capture faite dans la Méditerranée d'une baleine appartenant à l'espèce dite *Baleine des Basques*. C'est dans le golfe de Tarente qu'a été faite cette capture importante. M. Gasco a étudié ce cétacé dans un mémoire imprimé dans les actes de l'Académie de Naples. Il a donné le dessin de l'animal complet, de divers os, du squelette, du cœur, de trachée artère, de la bouche et des fanons.

La description des os est faite avec soin, et ils sont tous également bien décrits et dessinés, depuis ceux de la tête, les os tympaniques et les osselets de l'ouïe, jusqu'aux diverses régions de la colonne vertébrale, le sternum, l'os hyoïde, l'ischion, les côtes et les membres.

La publication de ce squelette est d'une haute importance pour la cétologie, puisque jusqu'à présent c'est le seul exemplaire adulte connu en Europe.

M. J. BARROIS

de Lille

DÉVELOPPEMENT DES PODURELLES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878* —

Le développement s'effectue, après la formation du blastoderme, par l'apparition d'une bande embryonnaire, et sa transformation en animal complet.

Sur toute la moitié antérieure de la bande, le développement s'effectue comme chez tous les autres insectes : les arceaux sternaux sont les premiers formés, et leur développement se fait de bas en haut ; de plus, nous pouvons distinguer dans la tête des *lobes céphaliques*, des *antennes* et une *lèvre supérieure* ; ensuite vient la bouche, puis six paires de membres, dont les trois premiers sont destinés à former les organes masticateurs et la lèvre inférieure ; les trois suivants forment les membres thoraciques.

Pour la région abdominale, les choses se passent d'une manière différente : pour cette partie, ce sont les arcs tergaux qui semblent se former en premier lieu, et le développement est, en somme, dorso-ventral ; il semble qu'au lieu d'y avoir, chez les Podurelles, formation d'une bande embryonnaire continue, il y ait apparition de deux parties distinctes : 1° un céphalothorax à développement ventro-dorsal, et qui suit l'évolution ordinaire des bandes embryonnaires, et 2° un abdomen à développement dorso-ventral ; ce dernier est d'abord très-grêle et très-court, et se trouve débordé de tous côtés par le céphalothorax, ce qui donne à l'embryon un aspect tout spécial qui n'est peut-être pas sans quelque ressemblance avec les Zoées ; mais plus tard, l'équilibre se rétablit par accroissement de la région caudale et rétrécissement de la région thoracique, de manière à arriver au diamètre uniforme que la jeune Podurelle présente sur toute la longueur du corps.

M. J. BARROIS

de Lille

DÉVELOPPEMENT DE L'ASTERISCUS VERRUCULATUS

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 29 août 1878 —

L'*Asteriscus* appartient au type embryonnaire déjà classé par Müller et Agassiz, et dans lequel la larve se trouve remplacée par des appendices lobés de formes très-diverses.

Le développement débute par la formation d'une Archigastrula ; cette dernière ne tarde pas à se fermer tout à fait en même temps qu'elle s'accroît et que son endoderme se distend, de manière à donner naissance à un stade formé d'un sac volumineux, à paroi composée de deux feuillets primitifs intimement accolés l'un à l'autre, et qui ne comprennent entre eux qu'une simple fente déjà remplie à ce stade par les cellules irrégulières de la couche squelettogène.

Ce sac, d'abord arrondi, ne tarde pas à s'allonger, puis à pousser une expansion latérale, de manière à prendre une forme trilobée, avec un lobe principal qui deviendra l'Astérie, et deux lobes accessoires qui représentent la larve. Ce changement de forme est accompagné d'une bifurcation de l'endoderme qui se fait à l'intérieur du lobe principal et donne naissance à trois digitations, dont la médiane représente l'intestin et les deux latérales les sacs péritonéaux ; le premier ne tarde pas à venir s'ouvrir à la base du lobe principal, pour former la bouche définitive. En même temps, l'on voit la portion restée indivise de l'endoderme émettre une expansion de forme étoilée qui donnera naissance au système aquifère.

On voit que le développement interne du type dont il s'agit est en somme le même que celui des types à formes larvaires; il y a cependant une petite différence: chez ces dernières, l'endoderme se transforme tout entier et directement en intestin, et ce dernier n'émet qu'un très-faible bourgeon qui donnera naissance par *accroissement ultérieur* au reste du système (sacs péritonéaux et système aquifère). Chez le type représenté par l'*Asteriscus*, il y a formation directe d'une ébauche commune qui n'a plus qu'à se diviser en différentes portions pour donner naissance à toutes les parties.

La formation de l'étoile s'effectue par simple aplatissement antéro-postérieur du lobe principal, et par l'environnement de la bouche par le système aquifère; seulement l'étoile est d'abord asymétrique, et beaucoup plus développée d'un côté que de l'autre; de plus, l'on constate que l'extrémité des bras ne coïncide pas d'abord avec l'extrémité des lobes ambulacraires, mais qu'elles sont séparées par une spacieuse portion, ce qui nous permet de distinguer trois régions : une région dorsale, du sommet aux bras; une région latérale, des bras aux lobes ambulacraires; et une région ventrale, d'abord très-restreinte, entourée par ces derniers; l'état définitif à faces ventrale et dorsale est donc précédé chez les Astéries par un état important, où le corps présente trois divisions.

Les lobes ambulacraires sont d'abord simples, puis on les voit se segmenter par des sillons transverses, de manière à donner naissance à une première paire et à une partie encore indivise; c'est cette dernière qui, se divisant de nouveau, donnera naissance à toutes les autres paires; ces dernières se forment toujours aux dépens du dernier segment, et entre lui et l'avant-dernier, ce qui ramène la métamérisation chez les Astéries aux mêmes lois générales que chez les Annélides.

Le nombre d'ambulacres chez la jeune Astérie est constamment de cinq ; chez les Oursins *(Psammechinus)*, au contraire, je n'en trouve que trois ; de plus, il est à noter qu'à ce moment les ambulacres ne s'étendent encore, chez ce dernier type, que sur la face ventrale, et ne s'étendent pas, comme chez l'adulte jusque sur le dos, ce qui nous montre que les Oursins passent, à l'état jeune, par un état analogue à celui des Astéries.

M. FONTANNES

Géologue à Lyon

PRÉSENCE D'UN CISTUDO LUTARIA A LA VERPILLIÈRE (ISÈRE)

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878* —

M. Fontannes adresse une note par laquelle il fait connaître la présence du *Cistudo lutaria* Gesn. dans les marais de la Verpillière (Isère); il pense que cet habitat est le plus septentrional connu.

DISCUSSION.

M. Lataste fait remarquer que cette station n'est pas, comme le dit M. Fontannes, la plus septentrionale connue, même en France. Cette espèce a en effet été signalée dans la Vienne par Mauduyt *(Herpétologie de la Vienne, 1844)*, département dont l'extrême limite sud est supérieure à l'extrême limite nord de celui de l'Isère. De plus, si ce chélonien n'existe pas dans le nord de la France, cela paraît tenir à d'autres causes qu'à une influence de latitude. Il est répandu, en effet, d'après Schreiber *(Herpetologia europæa, 1875)*, à travers toute l'Allemagne, jusque dans le Mecklembourg sur les bords de la Baltique. C'est sans doute à sa destruction par la main de l'homme qu'il faut attribuer sa disparition d'une grande partie de notre territoire où il habitait jadis, ainsi qu'en font foi ses débris dans des alluvions récentes, et de nombreux témoignages historiques.

« On pêchait beaucoup de tortues dans les rivières du Blésois, de la Touraine et du Poitou ; on les envoyait à la cour, où elles faisaient les délices des princes et des grands seigneurs ; cependant les tortues de rivière ne valaient pas celles de terre ou de bois : le Languedoc et la Provence faisaient de celles-ci un grand commerce. — On les mettait à l'étuée, et on les servait avec leur coquille, ce qui prouve que c'était la plus petite espèce. » *Mme de Renneville, coutumes gauloises (3e édit., Paris, Lavigne, in-12, 33 p.), p. 94.*

M. Lataste a pu se rendre compte des causes de la conservation de cette espèce dans les marais du littoral de la Gironde, d'où il en reçoit chaque année un certain nombre. Ne la mangeant pas et ne la redoutant pas, les paysans de cette localité n'ont aucun motif de la détruire. Quand ils rencontrent un de ces animaux, ou bien ils n'y touchent pas, ou bien ils l'emportent chez eux, pour amuser les enfants. Dans ce dernier cas, d'ordinaire, aucune précaution n'est prise pour la garde du prisonnier, qui, deux ou trois jours après sa capture, a recouvré la clef des champs, et prend ses ébats dans les fossés innombrables qui couvrent le pays. Quelquefois on perce d'un trou le bord de la carapace, et l'animal, attaché par une ficelle, reste captif quelques jours de plus, jusqu'à ce que la ficelle usée vienne à se rompre. Il est rare de rencontrer une cistude un peu âgée qui ne porte sur elle des traces anciennes de cet esclavage passager.

En somme, à peu près les seuls individus de l'espèce que l'homme détruise dans le Bas-Médoc, où elle est relativement abondante, sont ceux qui vont orner les cabinets d'un petit nombre de naturalistes. Il est possible que cette seule cause, pour peu que les naturalistes deviennent plus nombreux ou plus avides, suffise à faire disparaître un jour l'espèce de cette station, comme elle a déjà disparu de beaucoup d'autres.

M. MILLET

NOURRITURE DES OISEAUX

— *Séance du 29 août 1878* —

11me Section

ANTHROPOLOGIE

Président d'honneur.	M. CHIL Y NARANJO (Dr), de Palmas (Grande Canarie).
Président.	M. BERTILLON (Dr), Professeur à l'École d'Anthropologie.
Vice-Présidents	MM. E. CARTAILHAC, Directeur des matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme.
—	SIRODOT, Doyen de la Faculté des sciences de Rennes.
Secrétaires	MM. GIRARD DE RIALLE.
—	ZABOROWSKI.

M. Émile RIVIÈRE

GRAVURES SUR ROCHES DES LACS DES MERVEILLES AU VAL D'ENFER (ITALIE).

— *Séance du 23 août 1878.* —

Dans l'avant-dernière séance du Congrès des sciences anthropologiques, M. le Dr Chil y Naranjo, à la suite d'une communication des plus intéressantes sur l'origine des Guanches, montrait, relevés par lui, quelques-uns des signes gravés sur les roches volcaniques des îles Canaries.

Je demande aujourd'hui la permission de faire connaître aux membres du Congrès d'autres gravures sur roches, que l'on rencontre, non plus en Afrique, mais bien en Europe, et pour ainsi dire sur les confins de la France et de l'Italie, dans le voisinage du Col de Tende, gravures dont quelques-unes présentent une véritable parenté avec celles des Canaries et surtout avec celles qui ont été trouvées au sud du Maroc, dans la province du Soûs, par M. le rabbin Mardochée.

Si cette découverte, que j'ai faite au mois de novembre de l'année dernière (1877) et dont j'ai déjà parlé à cette époque (1), se trouvait

(1) Rapport à M. le Ministre de l'Instruction publique sur les gravures sur roches des Lacs des Merveilles. — 26 novembre 1877.

reconnue et acceptée par le Congrès, comme elle l'a été et sans la moindre hésitation par mon savant collègue, M. le Dr Chil, qui a bien voulu me promettre de m'envoyer, dès son retour à Palmas, de nouveaux documents sur cette question, elle serait de la plus haute importance pour l'anthropologie et l'archéologie préhistoriques. En effet, cette découverte confirmerait l'opinion émise dans les *Crania ethnica* (1) par mon illustre maître M. le professeur de Quatrefages et par son savant collaborateur M. le Dr Hamy, de cette expansion des Guanches d'Afrique en Europe.

On verrait ainsi cette race s'étendre du Soûs et des Canaries à travers la Méditerranée, pour se retrouver, à l'âge de la pierre taillée, dans le Périgord chez les hommes de Cro Magnon, pour se retrouver aussi en Italie sur les bords de la mer chez les peuplades de Menton et de Beaulieu, et remonter enfin, à une époque archéologique moins ancienne, au Col de Tende. Je dis moins ancienne, car ces curieuses gravures paraissent dater de l'âge du bronze, du moins autant qu'il est permis d'en juger d'après la représentation de quelques armes, telles que des pointes de lances, des haches emmanchées et surtout certain glaive assez court et triangulaire, dans lequel M. Henri Martin, le célèbre historien, reconnaissait hier même les armes qu'il venait de voir quelques jours auparavant dans les collections du Musée de Dublin, armes en bronze trouvées dans des dolmens de l'Irlande.

Les signes gravés, que j'ai dessinés au tableau il y a quelques instants, ont été reproduits avec la plus scrupuleuse exactitude, comme les membres du Congrès peuvent s'en rendre compte, d'après les estampages que j'ai relevés l'an dernier sur les roches elles-mêmes avec le concours de M. L. de Vesly, adjoint, sur ma demande, pour le dessin et la topographie, à la mission dont j'avais l'honneur d'être chargé par le Ministère de l'Instruction publique.

C'est en 1821 que les roches gravées du Val d'Enfer furent signalées pour la première fois au monde savant par Fodéré dans un ouvrage intitulé *Voyage aux Alpes-Maritimes* (2). Mais la description qu'en donne l'auteur est tellement fantaisiste pour quiconque a pu voir les roches elles-mêmes, qu'il est impossible d'en tenir compte, et que l'on doit seulement savoir gré à Fodéré de les avoir indiquées.

Mais jusqu'en 1868 nul ne s'en était occupé, et c'est à cette époque seulement qu'un botaniste anglais, M. Moggridge, les ayant découvertes

(1) A. de Quatrefages et E. T. Hamy. — *Crania ethnica, les crânes des races humaines décrits et figurés d'après les collections du Muséum d'histoire naturelle de Paris, de la Société d'anthropologie de Paris et les principales collections de la France et de l'étranger.* — 3e Livraison — Paris 1873.

(2) F. E. Fodéré. — *Voyage aux Alpes-Maritimes ou Histoire naturelle, agraire, civile et médicale du comté de Nice et pays limitrophes.* — Paris, 1821.

de nouveau, en dessina quelques-unes à la hâte et par suite plus ou moins fidèlement, dessins qu'il accompagna de quelques notes, pour les présenter au Congrès international d'anthropologie et d'archéologie de Norwich (1).

Du reste lui-même reconnaissant combien son travail, précipité en raison des mauvais temps qui règnent presque constamment en ces lieux, était imparfait, m'avait maintes fois engagé à aller étudier sur place les roches gravées du Val d'Enfer. Mais c'est l'an dernier seulement que j'ai pu mettre à exécution ce projet de recherches, longues et difficiles par les lieux où il fallait séjourner, pendant un certain nombre de jours et de nuits, à une altitude de 2,300 mètres environ.

Forcé de réserver au Ministère de l'Instruction publique et à sa publication des Archives, à laquelle il revient de droit, le résultat de mes recherches au Val d'Enfer, comme chargé de mission, je passerai rapidement ici sur les faits les moins importants, me bornant à signaler seulement les points principaux. Je ne dirai donc que quelques mots sur la région que j'ai explorée, pour arriver rapidement à la description des dessins les plus intéressants.

C'est de San Dalmazzo (2), connu par son établissement thermal, et la première localité que l'on rencontre sur la route de Cuneo ou Coni, après avoir franchi, par le village de Fontan, la frontière qui sépare la France de l'Italie, que l'on doit gagner le sentier, seule voie qui permette de se rendre au Val d'Enfer, Valle dell'Inferno.

Ce sentier, plus ou moins bien entretenu jusqu'à l'établissement des mines de plomb argentifère de Vallauria di Tenda, situées à trois heures de marche environ de San Dalmazzo ou Saint-Dalmas de Tende, disparait bientôt, après avoir suivi pendant un certain temps les rives plus ou moins escarpées de la Miniera; et c'est au milieu de vastes et formidables éboulis de rochers, parfois difficiles à escalader, qu'il faut passer pour gagner les lacs Lunghi ou lacs Longs et la vallée de l'Enfer, distants d'au moins deux nouvelles heures des mines, en remontant le ravin de la Miniera, dans lequel coulent les eaux torrentueuses de la rivière de ce nom.

. . . .

. . . .

Ce Val d'Enfer est formé par une série de petits cirques plus ou moins vastes situés à des altitudes différentes ; le seul d'entre eux, qui présente réellement une certaine étendue, renferme les trois lacs Lunghi ;

(1) F. G. S. Moggridge. — *The Meraviglie.* — Extrait des comptes-rendus du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques. — Londres, 1868.

(2) San Dalmazzo ou Saint-Dalmas est un petit hameau composé de quelques maisons et dépendant de la commune de la Brigue près Tende, province de Coni.

un second, à l'ouest du premier, contient le lac Charbon, ainsi nommé à cause de l'apparente couleur de ses eaux due aux reflets des roches qui l'environnent ; le troisième, enfin, comprend le lac d'Huile, également dénommé pour l'aspect de sa nappe liquide.

Le Val d'Enfer est entouré de rochers abrupts et dominé au nord par la cime du Mont-Bego, haute de 2,873 mètres, au sud par le pic du Diable ou Testa dell'Inferno (2,627 mètres). Il tire son nom de l'âpreté du lieu, de la couleur sombre des rochers, de l'absence presque complète de végétation, et, comme l'ajoute M. Elysée Reclus (1), du silence effrayant qui règne dans cette solitude.

La seule époque de l'année, pendant laquelle il est, non pas habitable (2), ce qui serait beaucoup trop dire, mais seulement praticable, s'étend du 15 juillet au 20 ou 25 août ; et encore pendant ce court espace de temps, il ne s'écoule généralement pas une seule après-midi, m'a-t-on affirmé, et Moggridge en a été le témoin (3), sans de violentes pluies d'orage accompagnées de grêle, etc.

Dès la fin d'août surviennent les premières tourmentes, et la neige apparait pour s'y maintenir jusqu'au commencement de l'été.

La température du matin au soir subit des variations considérables. En effet si le jour, et dès que le soleil pénétrait dans l'étroit couloir où j'avais établi notre campement, la chaleur s'élevait rapidement à plus de trente degrés, par contre dès qu'il avait disparu derrière les hautes cimes qui nous environnaient, la température s'abaissait rapidement jusqu'à 4 ou 5 degrés, nous forçant à entretenir un grand feu auprès de notre tente.

C'est au milieu d'un éboulis et sur les pentes, qui, du dernier des lacs Lunghi, c'est-à-dire le plus septentrional, conduisent au petit cirque que nous avions choisi pour nous y installer, que sont situées les premières roches gravées.

Mais à partir de là et en suivant, soit le même couloir, soit un défilé à peu près parallèle ou tout au moins peu divergent de celui-ci, et avec lequel il se confond à un moment donné, nous avons trouvé éparses çà et là sur une longueur de deux kilomètres environ, et en nous élevant jusqu'à une altitude de près de 2,600 mètres, tout auprès des premières neiges éternelles, une cinquantaine de roches présentant toutes des signes gravés, en plus ou moins grand nombre.

Peut-être en existe-t-il encore plus loin, mais le défaut de temps et

(1) Elysée Reclus. — *Les Villes d'hiver de la Méditerranée et les Alpes-Maritimes*. Paris, 1864.

(2) Dans les douze jours que nous y avons séjourné, nous n'avons vu, en dehors du directeur des mines de Vallauria et du médecin de l'établissement thermal de Saint-Dalmas, que trois bergers en tout et leurs troupeaux de chèvres, qui le soir se hâtent de regagner leurs cabanes décorées du nom de chalets, aux environs de la Miniera.

(3) Moggridge. — *Loc. cit.*

l'approche d'une tourmente, devant laquelle fuyaient les rares troupeaux de chèvres que l'on rencontre dans ces parages éminemment inhospitaliers ne nous a pas permis d'aller au-delà de ce point (1).

Mais la plupart de ces roches se trouvent autour des lacs des Merveilles, c'est-à-dire à une altitude qui varie de 1,892 mètres — hauteur prise au baromètre à 2,300 mètres.

La roche qui présente le plus grand nombre de signes gravés se trouve dans le défilé, encombré de blocs éboulés, qui s'étend des bords à pic du grand lac des Merveilles au second lac, et les dessins qui la recouvrent se rencontrent à la fois sur l'une de ses faces verticales, haute de prsde 1 m. 50 c., et sur la face horizontale.

Les roches gravées sont en place ou sont des blocs éboulés, mais sculptés après leur éboulement des parois de la montagne.

Toutes, sans exception, ont subi l'action glaciaire, et présentent une surface tellement polie et glissante que lorsqu'il nous fallait les gravir pour les estamper, nous ne pouvions le faire qu'avec la plus grande précaution.

Les roches sculptées ont toutes, sans exception aussi, le même aspect, la même coloration, enfin la même contexture minéralogique, à tel point que dès le second jour de nos recherches, je pouvais facilement dire de loin, en toute certitude et à première vue, telle roche est gravée, telle autre ne l'est pas. Leur surface extérieure est d'un jaune verdâtre sur lequel se détache, en plus foncé, la gravure en creux de l'objet ou du signe que l'on a voulu représenter.

D'après M. Stanislas Meunier, aide-naturaliste au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, qui l'a étudiée, sur l'échantillon que j'ai rapporté du Val d'Enfer, cette roche serait une serpentine schistoïde.

Les signes gravés sur les rochers des Merveilles sont ou frustes — ce qui est assez rare — ou parfaitement conservés; quelquefois l'un et l'autre sur la même roche, bien que tous ceux que nous avons estampés me paraissent remonter à la même époque.

Les dessins, que nous avons relevés par le procédé de M. Lottin, de Laval, sont au nombre de 408, que je crois pouvoir grouper en trois classes distinctes, d'après les objets représentés.

Ce sont :

1° Animaux;

2° Armes, instruments et objets divers;

3° Signes indéterminables, mais se rapportant tous à un type à peu près toujours le même.

(1) L'un des hommes qui nous ont servi de guides et d'aides, pendant tout notre séjour au Val d'Enfer, nous a affirmé qu'il connaissait d'autres roches gravées à quelque distance de celles que nous avons estampées.

1^er^ Groupe. — *Animaux.* — Les animaux, que la gravure sur roche a cherché à reproduire, sont représentés presque exclusivement par des têtes de ruminants, bœuf, chèvre et cerf, autant du moins que la forme de la tête, des bois ou des cornes semble le démontrer (voir la planche XIX, fig. 1 à 9) (1), je dis des têtes et non point des corps, car sur *aucune roche* sans exception, je n'ai trouvé autre chose qu'une tête. Ces têtes elles-mêmes sont simples ou ornées; simples lorsqu'elles présentent la tête seule, soit avec ses appendices, bois ou cornes et *sans oreilles* (fig. 1, 4, 8 et 9), ce qui est le cas ordinaire, soit avec celles-ci (fig. 3); ornées, lorsque le frontal est surmonté d'un prolongement difficilement déterminable, ou d'une sorte de houppe (fig. 5, 6 et 7) ou bien encore d'un objet, tel par exemple qu'une croix à bras égaux et recourbés (fig. 2). Parfois plusieurs têtes se trouvent réunies soit par l'extrémité des cornes, soit par l'un des côtés mêmes de la tête (fig. 8).

La forme de celle-ci varie aussi considérablement depuis la tête véritable et assez facilement reconnaissable (fig. 1, 6 et 7) jusqu'à simuler une fourche (fig. 10), ou même une sorte d'éperon (fig. 11 et 12) et ce n'est que par induction, et en suivant les différentes transformations que le dessin a subies, que j'arrive à reconnaître encore les dernières apparences d'une tête ; celle-ci est donc, ou étroite et très-allongée, les bras de la fourche étant plus ou moins rapprochés, quelquefois même très-écartés, ou aussi large que longue et presque carrée. Mais en aucun cas on ne peut distinguer les parties constitutives de la face, l'artiste s'étant borné à en représenter simplement et grossièrement la masse.

Les cornes ou les bois qui surmontent la tête, la plupart du temps très-difficiles à distinguer entre eux par l'absence de toutes ramures ou subdivisions, varient fort peu; ils sont droits, recourbés ou sinueux, c'est-à-dire en zigzag, et plus ou moins longs. Quelques-uns de ces bois se rejoignent par leur extrémité libre et forment un cercle complet, un véritable anneau (fig. 13).

Enfin ces têtes, si toutefois on les accepte pour telles, se trouvent parfois associées à d'autres dessins, tels que des instruments, comme s'ils étaient destinés à en orner l'extrémité du manche (fig. 14, 15 et 16). Ils paraissent quelquefois avoir été sculptés après coup, quoiqu'à la même époque.

Ces têtes d'animaux sont, de tous les signes que j'ai rencontrés, les plus nombreux.

(1) Les dessins figurés sur la planche qui accompagne ce mémoire ont tous été reproduits au pantographe, dont la pointe a suivi avec la plus scrupuleuse exactitude tous les contours des estampages, de façon à leur conserver avec la plus parfaite authenticité la forme absolument vraie. Ils sont tous au sixième de leur grandeur naturelle, sauf le n° 40, qui est au huitième.

2[e] Groupe. — *Armes, instruments et objets divers.* — Les armes et les instruments sont pour la plupart plus faciles à reconnaître que les dessins du groupe précédent.

Les armes représentent soit des pointes de flèches, assez généralement petites (fig. 23, 24 et 30), soit des pointes de lances triangulaires plus ou moins grandes, depuis 12 jusqu'à 33 centimètres (fig. 28 et 29), soit de véritables glaives ou des poignards d'assez grande dimension (fig. 25, 26 et 27). Sauf les pointes de flèches qui pourraient simuler des armes de pierre, les autres dessins nous paraissent vouloir figurer des armes de l'âge du bronze, notamment les glaives triangulaires à poignée petite et étroite. Les faibles dimensions de cette poignée semblent indiquer aussi que les hommes, appelés à se servir de ces armes, devaient avoir les mains petites, et rappellent par là les populations de l'Inde.

Ne pouvant pas entrer ici dans plus de détails, je me bornerai, avant de passer au troisième groupe, à citer encore les armes et les instruments emmanchés, haches, etc., qui sont représentés (fig. 19, 20, 21 et 22) sur la planche XIX de cette notice. Je ne dois pas oublier cependant d'indiquer encore : 1° certaine pointe triangulaire terminée à la base par une sorte de sphère dont le diamètre n'est pas moindre de 14 centimètres (fig. 17); 2° un panier à anse parfaitement gravé (fig. 18); 3° deux sortes de faulx, serpes ou faucilles, figurées sous les n[os] 31 et 33; 4° enfin, la fig. 33 qui représente une massue.

3[e] Groupe. — *Dessins difficilement déterminables, mais se rapportant tous à un type à peu près le même.* — J'ai cru devoir réunir dans ce groupe toute une série de dessins auxquels je serais très-embarrassé de donner un nom — du moins pour le plus grand nombre, — soit qu'on les considère comme des filets, des galettes ou des gâteaux (fig. 37, 38 et 41), quelques-uns même comme des anneaux, des roues ou des rouelles (fig. 34, 35, 36 et 42), l'une de celles-ci est pourvue d'une sorte de manche ou timon, comme si elle indiquait un véhicule quelconque (fig. 39), d'autres enfin comme des clôtures ou barrières (fig. 40).

Quoi qu'il en soit des objets que l'on croira reconnaître dans ces dessins, ceux-ci se rapportent tous, je le répète, à un type à peu près le même, affectant la forme d'un cercle, d'un ovale, d'un carré ou d'un rectangle plus ou moins allongé. En tous cas ce sont des figures irrégulières, renfermant une série de lignes parallèles ou divergentes, *jamais concentriques*, ou s'entrecroisant sous différents angles, formant parfois comme les mailles extrêmement serrées d'un filet, circonscrivant enfin des espaces variables, dans lesquels on trouve quelquefois aussi des têtes d'animaux analogues à celles que j'ai indiquées dans le premier groupe (fig. 15 et 48).

En dehors de ces trois groupes, je dois signaler encore quelques dessins très-intéressants.

Le premier, assez fruste, représente un être humain grossièrement gravé, mais cependant facile à reconnaître; ce signe, *absolument unique*, — c'est le seul que j'aie trouvé, — a été figuré d'une façon assez erronée sur l'une des planches de la brochure de Moggridge; il reproduit un homme dont les bras et les jambes sont écartés et dont la tête est inclinée sur l'épaule gauche (fig. 47).

Le second dessin est extrêmement curieux, bien qu'il me paraisse difficile à déterminer; il mesure 68 centimètres de haut sur 35 dans sa plus grande largeur (fig. 48). Enfin, je citerai les figures 49 et 50.

Enfin les dernières gravures représentent des croix à bras doubles (fig. 43, 44, 45 et 46) dont la branche verticale après s'être bifurquée inférieurement se recourbe à droite et à gauche à angle droit ou obtus pour se terminer, soit par une demi-anse, soit par une anse complète. Cette gravure répétée plusieurs fois sur les roches des lacs des Merveilles offre quelque analogie avec la croix ansée des Phéniciens.

Tels sont, succinctement décrits, les principaux signes que j'ai trouvés sur les rochers du Val d'Enfer, signes hiéroglyphiques ou symboliques, qui se répètent plus ou moins fréquemment sur la même pierre ou sur des pierres différentes, et dans des combinaisons quelquefois les mêmes, le plus souvent variées, signes enfin dont la clef est encore actuellement inconnue.

J'ai comparé les gravures des lacs des Merveilles à celles que l'on remarque sur les dolmens de la Bretagne, mais je ne leur ai trouvé aucune ressemblance même éloignée ; je me suis reporté aux sculptures découvertes sur les rochers de la Suède, mais là non plus aucune similitude; j'ai parcouru un grand nombre d'ouvrages avec planches publiés sur l'Amérique, tels que les Smithsonian Contributions, le livre de M. Schoolcraft, le mémoire de Warden, etc., etc., l'ouvrage aussi de M. le général Faidherbe sur l'Algérie, mais dans aucun d'eux je n'avais découvert la moindre parenté avec les signes gravés du val d'Enfer, lorsqu'une planche détachée de l'un des volumes du Bulletin de la Société de géographie de Paris, donnant quelques dessins de roches gravés me fut communiquée par un antiquaire bien connu, M. Boban.

C'est là que j'ai trouvé, au mois de novembre 1877, les analogies que je cherchais; je veux parler du mémoire de M. Duveyrier sur les *Sculptures antiques de la province marocaine du Sous découvertes par M. le rabbin Mardochée.*

Avec une bonne grâce, dont je lui suis extrêmement reconnaissant, la Société de géographie voulut bien mettre à ma disposition, pour les étudier, tous les estampages que lui avait envoyés l'auteur de la décou-

verte, et c'est là, je le répète, que je trouvai un certain nombre de signes tellement semblables à ceux que j'ai l'honneur de présenter au Congrès, qu'il y a pour moi identité complète entre les uns et les autres, tant comme dessins que comme facture.

En effet, si l'on étudie avec soin les estampages du Soûs, on remarque immédiatement deux genres de gravures, deux procédés parfaitement distincts l'un de l'autre; l'un, au trait, qui représente des animaux entiers, tels que le Rhinocéros, l'Eléphant, l'Autruche, etc. et qui constitue à proprement parler une véritable gravure, dont je n'ai pas à m'occuper ici, tant ce procédé diffère de celui qui a été employé au Val d'Enfer; l'autre qui indique un travail au pointillé, sorte de sculpture complétement identique, je le répète, à celle des Merveilles, travail fait avec une pointe mousse, ainsi qu'on peut le vérifier à la fois sur la copie des estampages de M. le rabbin Mardochée et sur mes propres estampages, que j'ai l'honneur de soumettre à l'appréciation de mes savants collègues.

Quelques-uns des dessins du Soûs, faits au pointillé, représentent en effet les gravures que j'ai classées dans le troisième groupe, ainsi qu'une sorte de tête analogue à l'une de celles du premier groupe (fig. 4). La seule différence, que j'y rencontre, réside dans l'absence de reproduction des armes et des instruments que j'ai signalés dans les estampages des lacs des Merveilles.

De plus, comme je l'ai dit au commencement de cette notice, je retrouve encore une nouvelle parenté dans d'autres dessins publiés également dans les Bulletins de la Société de géographie, dessins qui accompagnent une lettre de M. Sabin Berthelot et un mémoire de don Aquilino Padron.

La ressemblance est surtout frappante dans les dessins qui portent sur cette planche les numéros 2, 3, 4 et 5, dessins sculptés aussi en creux par le même procédé au pointillé.

Si je n'étais aussi pressé par le grand nombre de communications inscrites à l'ordre du jour, je citerais encore les dessins signalés au Maroc par M. Tissot sur les piliers d'un *Menhir*, qui paraissent présenter quelque ressemblance avec mes gravures du premier groupe (1).

Enfin, si le temps me le permettait, je dirais aussi, après avoir décrit plus longuement les objets représentés, que c'est par une suite de coups répétés sur la roche et donnés au moyen d'une pointe dure, que les auteurs de ces diverses sculptures sont arrivés à les produire. Ce travail, long seulement, n'a rien de bien difficile; j'ai pu m'en

(1) Ce *Menhir* a été découvert à Mzôra sur le plateau que traversait autrefois la voie romaine de Tingis à Tocolosida entre Ad-Mercuri et Ad-Novas, c'est-à-dire à huit heures de marche au sud de Tanger.

rendre compte sur les lieux-mêmes, en reproduisant, sur des roches de même nature que celles qui ont été sculptées, quelques-uns de ces dessins.

Une pointe en pierre dure, telle qu'une serpentine ou une jadéite, par exemple, peut aussi bien qu'une pointe en métal entamer, soit les roches volcaniques analogues à celles des Canaries ou du Soûs, soit les schistes même serpentineux du Val d'Enfer.

On sait, du reste, que certains monolithes furent autrefois sculptés avec des outils en pierre ; je puis citer notamment, comme exemple, la hache en pierre dure, sorte de jadéite — un spécimen fut trouvé il y a près de dix ans dans la vallée de Mexico par M. Eugène Boban — dont les ouvriers se servirent pour sculpter l'énorme pierre de sacrifice (*ara*), que Mathouzama II fit élever tant pour perpétuer sa mémoire que pour augmenter le culte des idoles (1).

Don Aquilino Padron dit aussi, en parlant des procédés qui furent employés pour la gravure des roches découvertes aux Canaries, qu'il est probable que ces caractères ont été formés à l'aide d'une pierre dure.

Quoiqu'il en soit, il est certain que les unes et les autres de ces gravures — gravures des Canaries, gravures du Maroc, gravures enfin du Val d'Enfer, en Italie, dites gravures des lacs des Merveilles — ont été faites au pointillé, c'est-à-dire par une série de coups répétés et frappés les uns à côté des autres jusqu'à ce que la forme de l'objet, que l'on voulait représenter, fût complètement obtenue, que celui-ci fût un signe symbolique, un signe hiéroglyphique ou autre.

Je m'arrête forcément ici, ne pouvant entrer dans cette notice dans plus de détails, mais en insistant vivement sur les analogies frappantes, sur la parenté évidente qui me paraissent exister entre les sculptures des roches des lacs des Merveilles en Italie, et celles des roches volcaniques des îles Canaries et celles aussi de la province marocaine du Soûs, à tel point qu'elles m'ont semblé pouvoir aujourd'hui être attribuées à des peuplades de même origine, semblables à celles dont les restes ont été retrouvés aux Canaries par M. le Dr Chil y Naranjo et par M. le Dr Verneau (2), en France dans les grottes du Périgord, en Italie enfin dans les cavernes des Baoussé-Roussé ou des Roches-Rouges, improprement appelées grottes de Menton.

C'est sur cette analogie reconnue, comme je l'ai dit en commençant, par M. le Dr Chil, et par M. Henri Martin, que je demande à la section d'anthropologie la permission d'appeler tout spécialement l'attention de ses membres.

(1) *Descripcion historica y cronologica de las dos piedras*, par Don Antonio de Leon y Gama, 2e edition, Mexico 1832.

(2) Les découvertes faites à l'île de Fer par mon savant collègue de la Société d'anthropologie

DISCUSSION

M. G. Lagneau. — A propos du double rapprochement fait par M. Rivière d'une part entre les sculptures des rochers des Hautes-Alpes et celles des rochers des Canaries, et, d'autre part, entre les troglodytes de Cro Magnon, voire même de Baoussé Roussé et les Guanches des Canaries, je ferai remarquer que dans des pays intermédiaires aux Canaries habitées par les Guanches dolichocéphales, et aux rives de la Vézère habitées par les troglodytes de Cro Magnon dolichocéphales, aux fémurs à colonne, aux tibias platycnémiques, ont habité d'autres humains présentant des caractères anthropologiques plus ou moins analogues; tels sont les kabyles dolichocéphales du nord de l'Afrique occidentale observés par M. le G[al] Faidherbe, les troglodytes dolichocéphales de Gibraltar, chez lesquels M. Busk a pour la première fois remarqué la platycnémie, certains Basques dolichocéphales du Guipuscoa étudiés par MM. Broca et Velasco, les troglodytes de Sorde étudiés par MM. Chaplain Duparc, Lartet et Hamy, etc. (1).

Des données archéologiques signalées par M. Rivière, des données anthropologiques actuellement rappelées, on peut également rapprocher les documents légendaires, sinon historiques, tirés de Platon, de Théopompe tendant à montrer qu'en effet, de nombreux conquérants, 9,000 ans avant Solon, ἐνάκις χίλια ἔτη soit environ 9,600 ans avant notre ère, sortis des îles Atlantiques, en partie submergées depuis, auraient envahi notre Europe occidentale; légende historique que Posidonius et Strabon paraissent admettre, et qu'Ammien Marcellin semble confirmer en rapportant d'après les Druides gaulois, qu'une partie des habitants de notre pays provenait d'îles éloignées, *ab insulis extremis* (2).

M. Leguay expose que le procédé graphique suivant lequel les dessins du lac des Merveilles ont été exécutés lui paraît absolument le même, au point de vue pratique, que celui employé par les auteurs des dessins des îles Canaries, dont M. Chil lui a montré les estampages.

rentré en France peu de temps après cette communication, confirment entièrement ces analogies, par les renseignements et les dessins qu'il a bien voulu me communiquer.

(1) Faidherbe: Rech. anthrop. sur les tombeaux mégalithiques de Roknia: *Bull. de l'Acad. d'Hippone*, 1868 et *Congr. int. d'anthrop. et d'archéol. de Bruxelles* 1872, p. 406. — Busk : *the Reader*. — Broca : Sur les crânes Basques: *Bull. de la Soc. d'Anthrop.*, t. IV, p. 38-62. 1863. — Chaplain-Duparc et Hamy: *Bull. de la Soc. d'Anthrop.* 2e sér., t. IV, p. 516, 525, etc. 1874. — D. Quatrefages et Hamy: La race de Cro Magnon dans l'espace et dans les temps: *Bull. de la Soc. d'Anthrop.* 2e sér. t. IX, p. 260 et *Croniathen*, p. 96.

(2) Platon. *Critias*, p. 251 du t. II; *Timée*, p. 202, coll. Didot. — Theopompe, fragm. 76. p. 289 du t. Ier des *Hist. Græcor. fragm.* coll. Didot.— Strabon : liv. II, cap. III, § 6, p. 84 coll. Didot. — Ammien Marcellin: liv. XV, cap. IX.

M. le Dr CHERVIN

SUR UN ESSAI DE GÉOGRAPHIE MÉDICALE DE LA FRANCE.

— *Séance du 23 août 1878.* —

Lorsqu'on parcourt les rares ouvrages écrits depuis vingt ans sur la géographie médicale, on est véritablement étonné de voir combien les renseignements et les opinions présentés dans ces travaux sont vagues et manquent de précision. Aussi ai-je voulu combler, dans la limite de mes moyens, cette lacune si regrettable à tant d'égards.

Or, le ministère de la guerre publie chaque année les procès-verbaux des conseils de révision; on y trouve détaillé pour chaque département le nombre des conscrits exemptés comme atteints d'infirmités les rendant impropres au service militaire. C'est à ces sources officielles que j'ai puisé pendant vingt ans les renseignements qui ont servi à mes calculs et m'ont permis de tenter un essai de topographie pathologique de la France.

Ce n'est pas la première fois qu'un semblable travail a été entrepris. Boudin, Devot, Broca, Lagneau, Chervin ont déjà indiqué la distribution géographique de quelques infirmités; mais, outre que leurs calculs embrassent en général un petit nombre d'années, un vice de méthode d'exécution, que nous avons su éviter, a enlevé à leurs calculs une partie de leur valeur.

Voici donc comment j'ai procédé :

Pour étudier la fréquence d'une infirmité, il faut comparer le nombre des conscrits exemptés pour cette infirmité à celui des examinés. Le rapport indique le chiffre moyen proportionnel des exemptés. C'est de cette façon que tous les statisticiens qui se sont occupés de la question ont opéré. Mais que doit-on entendre par « examinés » ?

Quelques auteurs, au nombre desquels se trouve Bourdin, considèrent comme examinés tous ceux qui ont été l'objet d'un examen de la part du conseil de révision, ce qui est absolument illogique. Voici en effet comment procèdent les conseils de révision.

Lorsqu'un conscrit se présente devant le conseil, sa taille est tout d'abord constatée. S'il n'a pas la taille réglementaire, il est exempté comme tel sans autre examen ; s'il a la taille voulue, il est admis à faire valoir ses cas d'exemption. En première ligne se trouvent les motifs légaux spécifiés dans l'article 13 de la loi du 21 mars 1832 (fils aînés de veuves, etc.). S'il se trouve dans un de ces cas prévus par la loi, il est exempté, et le Conseil ne s'occupe pas de savoir s'il est ou

non affecté d'une infirmité quelconque. Ce n'est donc qu'en troisième lieu, alors qu'il a la taille voulue et qu'il n'a aucun motif légal d'exemption à faire valoir, qu'on examine le conscrit au point de vue de ses infirmités physiques. Il paraît donc bien évident par conséquent que, si nous faisons la statistique des bossus, des bègues ou des boiteux, les exemptés pour petitesse de taille et ceux qui l'ont été en vertu de l'article 13 doivent être défalqués du nombre des examinés, puisqu'en réalité le Conseil ne s'est pas inquiété de savoir s'ils étaient atteints de l'infirmité en question.

Mais il y a plus, je dis que le nombre des examinés au point de vue d'une infirmité n'est pas encore représenté par le nombre total des conscrits soumis à l'examen du Conseil, moins les courts de taille et ceux compris dans l'article 13.

Les examinés *au point de vue d'une infirmité* se composent du nombre des déclarés bons pour le service et des exemptés pour cette infirmité.

Un exemple le fera mieux comprendre.

Le nombre des conscrits de la classe de 1850 soumis à l'examen du conseil de révision a été de 164,405, se décomposant comme il suit :

1° Conscrits exemptés.			84.245
Savoir :			
Pour défaut de taille.		10.256	
Comme aînés d'orphelins	1.928		
Comme fils ou petits-fils de veuves	10.802		
Comme fils ou petits-fils de septuagénaires ou d'aveugles	817		
Comme puînés de frères aveugles ou impotents. .	60		
Comme aînés de deux frères appelés à faire partie du même tirage et désignés tous les deux par le sort	78		
Comme frères de militaires sous les drapeaux à tout autre titre que pour remplacement	9.867		
Comme frères de militaires morts en activité de service, ou réformés, ou admis à la retraite pour blessures reçues dans un service commandé ou pour infirmités contractées dans les armées de terre ou de mer.	2.004		
		25.556	
Pour infirmités.		48.433	
2° Conscrits déclarés bons pour le service et compris dans le contingent			79.969
3° Conscrits désignés pour remplacer au besoin dans le contingent ceux qui ont été inscrits conditionnellement aux termes des articles 26 et 27 de la loi.			191
TOTAL.			164.405

J'ai montré tout à l'heure que les défauts de taille et les exemptions spécifiées par l'article 13 n'étaient pas à proprement parler examinés, cela fait déjà 35,812 à défalquer. Voyons ce qui arriverait si on étudie les hernies par exemple.

Les cas de réforme pour hernies se sont élevés pour la classe de 1850 à 2,839; eh bien, je dis que les 45,594 autres exemptés pour diverses infirmités doivent être également défalqués, car ils n'ont pas été examinés au point de vue des hernies ; puisqu'ils ont été exemptés pour un autre motif, c'est qu'apparemment ils n'avaient pas de hernie.

Le nombre des conscrits véritablement examinés par le conseil de révision pour savoir s'ils étaient porteurs de hernie, et par conséquent les seuls qui doivent servir de point de comparaison, sera donc de :

164.405 — (35.812 + 45.594) = 82.999.

Comme on le voit, la différence est grande. Au lieu de trouver pour moyenne 17.2, comme cela arriverait si on se servait du chiffre brut donné par les chiffres officiels, je trouve 34.2 par la méthode que je viens de développer et qui est infiniment plus exacte.

C'est là une erreur qu'ont commise Boudin, Lagneau et d'autres, et qui, par conséquent, doit nous mettre en garde dans l'appréciation des résultats donnés par eux.

Je suis malheureusement obligé d'avouer de mon côté que, si mon procédé est plus rigoureux, et, partant, que les résultats sont d'une probabilité plus approchée, ils ne représentent pas exactement les faits. Quelle valeur doit-on donc attribuer à mes calculs ?

Outre les erreurs d'approximation inévitables dans tout calcul de probabilité, je dois dire qu'il y a nombre de conscrits qui, déclarés bons pour le service au moment du conseil de révision, sont exemptés au corps lorsqu'un examen plus attentif, une observation plus prolongée a démontré qu'ils sont incapables de servir. D'autres, en plus grand nombre, appartenant à des familles aisées, préféraient payer un remplaçant (1), à être exemptés, dans la crainte que cela ne nuise à leur établissement. Enfin, il faut compter nombre de malheureux considérés comme bons pour le service et dont cependant le développement physique incomplet n'a pu supporter les fatigues des camps et la mauvaise hygiène militaire, et qui sont morts quelques mois après leur entrée au corps.

Toutes ces causes réunies nous empêchent donc d'étudier d'une façon complète l'aptitude au service militaire de nos jeunes gens de 20 ans. Je ne puis donc dire qu'une chose, c'est que mes calculs représentent les faits dans leur intensité minimum.

(1) Mes calculs se rapportent aux années 1850-69, époque à laquelle le service militaire n'était pas obligatoire

Maintenant que j'ai exposé la méthode de calcul, je vais indiquer sommairement la marche suivie dans mes études.

Mon travail comprend deux parties.

J'ai d'abord calculé le nombre de conscrits exemptés pour toutes les infirmités en général, ce qui m'a montré dans quelle mesure les conscrits de chaque département étaient aptes au service militaire.

Ainsi qu'on le verra dans le tableau suivant (tableau no 1), les variations sont très considérables, et le minimum est au maximum à peu près comme 1 est à 2.

J'ai ensuite étudié quelles étaient les variations quinquennales et décennales éprouvées à cet égard par chaque département, et j'ai dressé alors un tableau de ces variations qui montre les départements où le nombre des cas d'exemption a augmenté d'une période décennale à l'autre, ceux où il a diminué, ceux enfin où il est resté stationnaire.

Si des infirmités en général considérées dans chaque département, je passe à l'étude spéciale de chacun des cas d'exemption pour la France entière, je vois qu'ils se présentent d'une façon très inégale.

J'ai alors étudié dans chaque département vingt-trois des infirmités les plus fréquemment observées en France, et j'en donne la répartition géographique d'après les calculs reposant sur une période de vingt ans.

La deuxième partie comprend l'étude, dans chaque arrondissement, chaque canton, des sept départements où les cas d'exemption sont les plus nombreux, des dix infirmités les plus fréquemment observées dans ces départements. Grâce à cette étude méthodique, je suis arrivé à constituer la topographie cantonale d'une certaine partie de la France, et je crois que, sous ce rapport, je suis le premier à avoir abordé un semblable travail.

Comme on peut le voir dans le tableau suivant, le nombre proportionnel des cas d'exemption pour infirmités varie considérablement d'un département à l'autre.

La proportion des exemptés pour infirmités est de 343.1 pour 1,000 conscrits, c'est-à-dire à peu près 1 sur 3.

Dans le but de rendre plus facile l'étude des causes du plus ou moins grand nombre d'exemptés dans tels ou tels départements, j'ai groupé les départements en cinq catégories, et voici comment je m'y suis pris.

Mais d'abord pourquoi cinq catégories ?

Il est généralement admis qu'il est préférable d'adopter un nombre impair de catégories, et je me suis arrêté au chiffre 5, pour répondre à cette pensée d'avoir deux catégories pour les moyennes extrêmes, minima et maxima, une catégorie pour les moyennes voisines de la moyenne générale et deux catégories intermédiaires entre les catégories extrêmes et la catégorie moyenne.

TABLEAU N° 1

Classement des Départements par catégories

Selon la proportion des exemptés pour infirmités physiques qu'ils ont fournis, sur 100 conscrits examinés au point de vue médical par les conseils de revision de 1850 à 1869 inclusivement.

1re Catégorie 23.54-28.63 13 départements.		2e Catégorie 28.64-33.72 26 départements.		3e Catégorie 33.73-38.81 32 départements.		4e Catégorie 38.82-43.90 12 départements.		5e Catégorie 43.91-48.99 6 départements.	
Morbihan	23.54	Loiret	28.77	Aisne	34.39	Creuse	38.88	Eure	43.95
Corse	24.82	Ardèche	28.88	Bouches-du-Rhône	34.52	Haute-Loire	39.21	Haute-Loire	44.45
Bas-Rhin	26.10	Tarn	29.70	Eure-et-Loir	34.56	Indre	39.33	Loir-et-Cher	45.56
Haute-Saône	26.42	Loire-Inférieure	29.84	Lot-et-Garonne	34.56	Corrèze	39.40	Hautes-Alpes	45.83
Seine	27.66	Meurthe	29.90	Maine-et-Loire	34.79	Charente-Inférieure	40.23	Seine-Inférieure	47.11
Côtes-du-Nord	27.87	Haute-Garonne	30.34	Aveyron	34.88	Haute-Vienne	40.37	Ardennes	48 99
Pyrénées-Orientales	28. »	Marne	30.31	Lozère	35.06	Indre-et-Loire	40.68		
Rhône	28.15	Tarn-et-Garonne	30.63	Aube	35.36	Dordogne	41.14		
Ain	28.31	Alpes-Maritimes	30.73	Hautes-Pyrénées	35.42	Cher	41.32		
Doubs	28.39	Mayenne	30.78	Basses-Alpes	35.51	Moselle	41.99		
Nord	28.49	Isère	31.25	Aude	35.54	Savoie	42.28		
Var	28.42	Meuse	31.26	Landes	35.59	Oise	43.27		
Vaucluse	28.54	Pas-de-Calais	31.35	Ariège	35.68				
		Lot	31.74	Manche	35.64				
		Deux-Sèvres	32.16	Jura	35.75				
		Finistère	32.47	Haut-Rhin	35.88				
		Puy-de-Dôme	32.42	Seine-et-Marne	36.02				
		Haute-Marne	32.63	Calvados	36.14				
		Saône-et-Loire	32.72	Gers	36.17				
		Seine-et-Oise	32.86	Allier	36.39				
		Hérault	33.07	Ille-et-Vilaine	36.86				
		Charente	33.16	Côte-d'Or	36.92				
		Basses-Pyrénées	33.23	Somme	37.08				
		Vendée	33.44	Sarthe	37.16				
		Gard	33.60	Yonne	37.13				
		Gironde	33.72	Nièvre	37.27				
				Drôme	37.39				
				Loire	37.41				
				Haute-Savoie	37.73				
				Vosges	37.73				
				Vienne	38.10				
				Cantal	38.34				

Pour cela, je divise par 5 la différence qui sépare la moyenne minimum de la moyenne maximum, et je prends le quotient obtenu comme raison d'une progression arithmétique dont le premier terme est la moyenne minimum. On obtient ainsi les catégories suivantes, ayant chacune pour raison 509 :

1re	catégorie	23.54 à 28.63	comprenant	13	départements.
2e	—	28.64 à 33.72	—	26	—
3e	—	33.73 à 38.81	—	32	—
4e	—	38.82 à 43.90	—	12	—
5e	—	43.91 à 48.99	—	6	—

Cette méthode me paraît aussi simple que rationnelle : car il est clair que, si le fait observé se passe régulièrement, c'est-à-dire si la séparation des départements se fait sans grand soubresaut, la catégorie moyenne sera précisément celle qui contiendra le plus de départements, ce qui est la condition essentielle d'une bonne classification. Dans le cas où les moyennes présentent de grands écarts entre elles, il peut se faire que ce ne soit pas la 3e catégorie qui contienne le plus de départements ni ceux dont la moyenne soit voisine de la moyenne générale, mais ces anomalies confirment précisément la valeur de la classification. Si c'est la 2e catégorie qui contient le plus de départements et donne ainsi la véritable catégorie moyenne, j'en concluerai que la moyenne générale est trop élevée par suite de l'exagération du fait observé dans un certain nombre de départements ; si c'est la 4e catégorie qui devient la catégorie moyenne, la raison en sera l'abaissement exagéré de la moyenne dans un certain nombre de départements. De toute façon donc, ce sera la catégorie où les départements seront groupés en plus grand nombre qui représentera la catégorie moyenne.

Nous venons de voir que le tiers environ de nos jeunes hommes de vingt ans étaient déclarés impropres au service militaire.

Voyons maintenant quelles sont les affections qui sont considérées comme des motifs suffisants pour exempter du service militaire.

Le tableau suivant nous montre la proportion, pour 1,000 conscrits examinés, des cas d'exemption constatés pour telle ou telle infirmité.

Comme je vous le disais tout à l'heure, Messieurs, j'ai étudié 23 de ces infirmités les plus fréquentes sur lesquelles je vous demande la permission de m'arrêter quelques instants.

De toutes les causes d'inaptitude au service militaire qui sont l'objet de cas de réforme de la part des conseils de révision, la plus fréquente est sans contredit la faiblesse de constitution, ainsi que vous verrez dans le tableau n° 2. Chaque année, en effet, 149 conscrits sur 1,000 sont réformés pour ce motif. Là encore la répartition géographique des cas de réforme se fait d'une façon bien inégale, car, tandis que

TABLEAU N° 2.

DÉSIGNATION DES INFIRMITÉS	PROPORTION pour 1.000
Aphonie	0.19
Lèpre ou éléphantiasis	0.24
Perte complète de la vue par suite d'accidents ou de blessures	0.25
Ozène	0.29
Convulsions, danse de Saint-Guy, tremblement, catalepsie	0.34
Perte complète de la vue, par suite de maladie ou de naissance	0.60
Division congéniale des lèvres, de la voûte palatine et du voile du palais	0.69
Maladies du nez et des fosses nasales autres que l'ozène	0.72
Aliénation mentale	0.94
Paralysie d'un ou de plusieurs membres	1.08
Maladies de l'appareil auditif n'entraînant pas la surdité	1.27
Phthisie pulmonaire	1.62
Strabisme	1.82
Surdi-mutité congénitale	1.94
Maladies des gencives et de la bouche	1.99
Perte de l'usage des membres supérieurs, de naissance ou par suite de maladies	2.10
Vice de conformation des organes urinaires	2.24
Tumeurs et engorgement des viscères abdominaux	2.60
Épilepsie	2.75
Dartres et couperose	2.85
Perte de l'usage des membres inférieurs, de naissance ou par suite de maladies	2.96
Surdité par suite de maladies ou de blessures	3.18
Maladies des organes respiratoires autres que la phthisie	3.95
Perte de l'usage des membres inférieurs par suite d'accidents ou de blessures	4.31
Maladies organiques du cœur et des gros vaisseaux	4.43
Perte de l'usage des membres supérieurs par suite d'accidents ou de blessures	4.49
Calvitie et alopécie	5.43
Bégaiement	6.32
Myopie	6.92
Crétinisme, idiotisme, imbécillité	6.95
Pieds plats	7.37
Perte d'un œil ou de son usage	9.12
Hydrocèle ou maladies des testicules	9.96
Amaigrissement ou contractures suite de sciatiques ou de douleurs rhumatismales	10.96
Goître	13.39
Mutilation des doigts ou d'autres organes (membres)	13.46
Maladies des yeux autres que le strabisme et la myopie n'entraînant pas la perte de la fonction	13.63
Déviation de la colonne vertébrale et gibbosité	15.69
Varicocèle	16.62
Scrofules	17.04
Perte des dents	18 »
Varices	19.38
Pieds bots et autres incurvations des membres	23.54
Hernies	33.53
Défaut de taille	57.68
Faiblesse de constitution	149.34

la Haute-Saône, le Bas-Rhin, le Loiret, le Doubs, le Rhône, le Var, l'Isère, la Seine, le Morbihan, comptent moins de 100 conscrits réformés pour 1,000 examinés, il y en a plus de 200 dans la Creuse, l'Oise, la Loire, l'Indre, le Cher, la Seine-Inférieure, la Corrèze, la Haute-Vienne, la Charente-Inférieure, la Moselle, la Dordogne, l'Orne, et dans le Loir-et-Cher et les Ardennes on en trouve jusqu'à 236.

Permettez-moi, à propos de ce cas de réforme, de vous faire un aveu, c'est que je voudrais le voir plus souvent encore noté. Je m'explique : la faiblesse de constitution est en effet le refuge où l'on place tous ceux qui, sans être atteints d'aucune infirmité ou d'une maladie bien nettement accusée, ne présentent pas cet ensemble de circonstances qu'il est indispensable d'avoir pour résister aux fatigues de la vie militaire. Je voudrais donc que les conseils de révision fussent plus difficiles encore qu'ils ne le sont dans le choix des hommes destinés à aller passer cinq années sous les drapeaux, et la rubrique *faible de constitution* est un moyen facile et licite de laisser dans leurs familles nombre de jeunes gens qui, au premier examen, paraissent d'une bonne complexion et que, au bout de six mois ou un an, on sera obligé de réformer comme phthisiques et qui rentreront dans leurs foyers pour y expirer, alors qu'ils auraient peut-être parcouru une assez longue carrière s'ils étaient restés chez eux. Et, messieurs, je ne viens pas jeter une affirmation dictée par une vue de l'esprit : il est prouvé en effet, messieurs, que les soldats sous les drapeaux meurent plus, proportionnellement, que les jeunes hommes du même âge qui vivent dans la société civile. La preuve en a été faite bien des fois, et c'est un fait aujourd'hui irréfragable. Et je crois, pour ma part, que ce lourd tribut mortuaire que paient indûment les soldats est dû en grande partie à la phthisie pulmonaire, qui enlève prématurément des jeunes hommes qui ont été déclarés bons pour le service, alors que la faiblesse de leur constitution ne leur permettait pas de supporter les fatigues du régime militaire.

Après la faiblesse de constitution, les hernies présentent la proportion la plus élevée de cas de réforme, 33 0/0. Vous remarquerez que ce sont les départements de la Bretagne, de l'est, de l'Auvergne, ceux enfin où la taille est peu élevée, qui présentent le moins de hernies. Cette infirmité est très-localisée, comme vous le montre cette carte, dans les départements du bassin de la Loire et de la Seine. Tandis que la Lozère ne compte que 15 hernieux pour 1,000 conscrits examinés, il y en a 59 dans l'Indre-et-Loire, 60 dans la Vienne et 72 dans le Loir-et-Cher.

Viennent enfin les pieds bots, qui fournissent 23 cas de réforme par 1,000 conscrits examinés. C'est dans la Charente-Inférieure, le Lot, la Charente, la Nièvre et le Cher, qu'on rencontre le plus fréquemment cette infirmité. Dans ces départements, il y a de 30 à 73 cas d'exemption !

Il y a en moyenne 9 conscrits par 1,000 qui sont atteints de varices. Je vous ferai remarquer que, sous bien des rapports, la répartition de cette infirmité présente des analogies avec celle des hernies. Tandis qu'il n'y a que 8 cas de réforme pour varices dans les Alpes-Maritimes, le Var, les Pyrénées-Orientales, on en compte 40 dans le Loir-et-Cher et 46 dans les Ardennes.

J'arrive à la perte de dents, qui se présente avec une moyenne générale pour la France entière de 18 0/0. A l'inspection de la carte, on voit combien cette infirmité est localisée. D'une part, la Gironde, les Landes, le Lot-et-Garonne, les Hautes et Basses-Pyrénées. D'autre part, les départements normands et picards, ainsi que les Ardennes et quelques départements riverains de la Loire : la Loire-Inférieure, Maine-et-Loire et Indre-et-Loire. Partout ailleurs, cette infirmité se présente avec une très-faible intensité. Les chiffres suivants vous en donnent la mesure.

Sur 89 départements, il en est en effet 42 où on compte moins de 1 à 10 cas de réforme; 25 en présentent de 10 à 17 ; 10 de 19 à 27; 5 de 29 à 36, et 7 tout à fait à part vont de 47 à 149 0/00. Ce sont : la Gironde 47, les Landes 48, les Ardennes 50, l'Oise 56, la Somme 64, l'Eure 120, la Seine-Inférieure 149.

Mon savant collègue et ami le docteur Magitot, qui a étudié tout particulièrement cette question, attribue à des influences ethniques cette maladie, si nettement caractérisée dans les départements qui se présentent à nous avec la teinte la plus foncée.

Les manifestations scrofuleuses se présentent dans une proportion de 17 0/00. C'est surtout dans nos départements de la frontière nord-est qu'on en rencontre le plus. Parmi eux nous citerons la Moselle 28 0/00, le Haut-Rhin 29, le Nord 30. Il y a un autre groupe formé de la Lozère avec 28.31 0/00, de la Corrèze 33, du Cantal 52, ainsi que des départements environnants.

La carte de la distribution géographique des varicocèles se superpose pour ainsi dire sur celle des hernies, ce qui viendrait confirmer le dire de quelques observateurs qui voient une relation de cause à effet entre ces deux infirmités.

L'Orne compte 34 réformés pour 1,000 examinés, la Seine-Inférieure 36, l'Eure 42, les Ardennes 61.

Nous voyons que la gibbosité, qui compte 15.69 réformés pour 1,000 examinés dans toute la France, se montre surtout dans les départements de l'ouest et du centre, tandis que les départements bretons et girondins en sont pour ainsi dire indemnes. Les départements où les gibbosités et autres incurvations des membres sont en plus grand nombre sont : les Basses-Alpes 23 0/00, la Vienne et le Cher 24, les Ardennes 25 et le Haut-Rhin 23.

La goître se présente 13 fois en général pour toute la France, mais, lorsqu'on étudie par département, on constate que c'est une des infirmités les plus localisées. Il n'y a guère, en effet, qu'une trentaine de départements où l'on rencontre des goîtreux en certaine quantité, et, parmi eux, les départements montagneux, Alpins, Vosgiens, Pyrénéens, sont les plus frappés. Dans la Haute-Savoie on ne rencontre pas moins de 113 0/00, dans les Hautes-Alpes 149 et dans la Savoie 183. C'est ici, messieurs, qu'il est intéressant de rapprocher de notre méthode d'exécution celle de nos devanciers. M. le docteur Baillarger, qui a si bien étudié cette infirmité, n'estime qu'à 133 le nombre des goîtreux sur 1,000 habitants des deux sexes et de tous âges dans le département de la Haute-Savoie, alors que nous en trouvons 183, seulement pour les garçons de 20 ans. C'est à un vice de méthode dans l'enquête statistique qu'est due cette erreur si considérable. Je ne m'arrêterai pas, messieurs, sur les autres infirmités qui exemptent du service militaire. Il me suffisait de vous indiquer la portée et le but de mes travaux.

Quant à la statistique des infirmités par canton, je me bornerai à vous dire qu'elle est extrêmement intéressante et fertile en aperçus nouveaux, mais il m'est difficile de vous dire, même en quelques mots, quels ils sont. Ceux d'entre vous, messieurs, que ce sujet intéresse, le trouveront entièrement développé, avec chiffres à l'appui, dans les *Annales de Démographie internationale.*

DISCUSSION

M. TOPINARD fait remarquer que toutes les infirmités signalées dans le travail de M. Chervin ne semblent pas correspondre aux divers groupes ethniques de la France. C'est ainsi que la scrofule se rencontre à la fois dans un noyau du département du Nord où prédomine la grande race blonde, la race Kymri, et dans un noyau de département du centre, peuplé par les Celtes bruns et de taille moyenne ; ce sont là des phénomènes que l'on ne peut expliquer que par l'influence du milieu. Toutefois, il est de ces infirmités qui paraissent propres à certaines races, les dartres par exemple qui abondent dans les populations blondes du Nord dont la peau très-sensible est sujette à l'herpétisme. L'orateur insiste sur l'utilité de l'étude des populations, canton par canton, et émet le vœu que les procès-verbaux des conseils de révision et autres documents analogues que possède le ministère de la guerre soient mis à la disposition des savants.

GUSTAVE LAGNEAU. — Je suis loin de prétendre que la repartition des infirmités motivant l'exemption du service militaire soit toujours en rapport avec la répartition géographique des divers éléments ethniques ayant concouru à la formation de notre population ; cependant dans mes *Remarques ethnologiques sur la répartition géographique de certaines infirmités en France* (1), j'ai cher-

(1) Mém. lu en 1868 et publié dans les *Mém. de l'Acad. de méd.* t. XXIX. 1871.

ché à montrer que certains groupes de départements ethnologiquement distincts présentaient des différences très-notables dans la proportion des exemptés soit pour infirmités en général, soit pour myopie, mauvaise denture, hernies, varices, varicocèles. Dans le rapport que M. Broca fit à l'Académie sur ce mémoire, il montra, en particulier, que la fréquence relative des varices est en relation avec la taille élevée, nos jeunes gens plus grands dans le nord-est y étant plus sujets que ceux du centre et de l'ouest de moindre stature (1).

D'ailleurs en général dans toute la région celtique de notre pays, principalement en Bretagne et dans nos départements du centre, région où l'on compte beaucoup d'exemptés pour défaut de taille, il y a peu d'exemptés pour infirmités; tandis qu'au contraire dans toute la région nord-est en partie peuplée d'immigrants d'outre-Rhin ou d'outre-mer, il y a peu d'exemptés pour défaut de taille, mais on trouve une assez forte proportion d'exemptés pour infirmités. Ces différences dans les proportions des exemptés pour défaut de taille et pour infirmités se font surtout remarquer, quand on compare nos départements de Bretagne, peuplés principalement par la race celtique, à nos départements voisins de Normandie en partie peuplés d'immigrés de pays du Nord.

Relativement au département des Landes, j'ai également remarqué qu'au point de vue des documents statistiques relatifs à la taille, aux infirmités, etc., il se comporte souvent très-différemment des départements voisins. Cela tient-il à la présence d'un élément ethnique particulier? Dans la région sud-ouest de notre pays anciennement occupée par des Aquitains que Strabon dit être de race ibérienne (2), une portion au moins des Landes, déjà plantées en pins, était habitée par les Boies Résiniers Boü Picei ou Boates, mentionnés par saint Paulin et par l'itinéraire d'Antonin (3). Ces Boies paraissent avoir été les frères des Boies que Tacite nous dit avoir laissé leur nom à la Bohême, *Boioemum*, demeure des Boies (4).

M. Hipp. Larrey et M. J. Bergeron ont déjà insisté pour que les documents statistiques relatifs aux exemptés pour défaut de taille, pour infirmités fussent publiés, non par départements, mais par cantons (5). Cette publication par cantons serait utile non-seulement, comme l'a très-bien dit M. Topinard, pour apprécier des influences topographiques souvent très-circonscrites, mais aussi pour déterminer la répartition de certains éléments ethniques limités parfois à des localités très-restreintes, à une vallée, une commune, un hameau.

M. Bordier insiste sur la divergence qui existe entre les cartes des cas d'exemption du service militaire et la carte ethnologique de la France. Il est cependant difficile de croire que les infirmités ne soient pas dues en grande partie à la race et à ses dispositions pathologiques propres. Toutefois, l'in-

(1) *Bull. de l'Acad.* 1869 et *Revue des cours scientifiques*. 3 avril 1869, p. 283.

(2) Strabon : l. IV, c. I, § 1, p. 146 et c. II, § 1, p. 157, texte et trad. de Muller et Dubner. coll. Didot.

(3) Sanctus Paulinus : Opera omnia p. 477, epist. IV Auson. 1622 anteverpiæ. — Antonin. August. itinerarium CXX[1] ab Asturia Burdigalam : *Rec. des itinéraires anciens* de M. Fortia d'Urban et C[el] Lapie p. 136, 1845.

(4) Tacite : De *Moribus Germanorum* XXVIII.

(5) Bergeron et Larrey : *Bull. de l'Acad. de méd.* t. XXXII, 9 et 30 avril 1867, p. 620 et suiv. et p. 659.

fluence du milieu ne peut être niée et il serait intéressant, par exemple, de comparer la carte de l'extension de la scrofule avec celle de l'ignorance. D'autre part, dans ces cantons que l'on trouve affectés à un haut degré par certaines infirmités, ne pourrait-on pas expliquer cette perpétuité morbide par l'hérédité, car on sait que souvent les habitants d'un même canton ou de cantons très-voisins ne se marient qu'entre eux et finissent par être avec le temps tous de la même famille.

M. Albespy a étudié son département, l'Aveyron, avec un grand soin et il a relevé, au point de vue en question, les procès-verbaux des conseils de révision d'une période de dix-huit ans; il a dressé même des tableaux pour l'arrondissement de Rodez, commune par commune, et il est arrivé à cette conclusion que la nature géologique du terrain exerce une action puissante sur la santé et la conformation de l'homme; sur les terrains calcaires, les hommes sont de taille élevée, et ils sont petits sur les terrains siliceux, où la scrofule et la carie dentaire sont fréquentes, ainsi que sur les terrains talqueux. Chez les animaux, on remarque les mêmes phénomènes : ainsi les bestiaux élevés sur les terrains calcaires ont l'ossature plus forte que les bestiaux originaires des autres régions.

M. Magitot. — Parmi les difformités ou maladies que M. Chervin vient de passer en revue au point de vue démographique, il n'en est pas, selon moi, dont la répartition générale soit plus franchement ni plus certainement ethnique que la *carie dentaire*.

En effet, si l'on considère la carte que j'ai tracée naguère de la répartition géographique de cette maladie en France (1), carte que M. Chervin paraît avoir adoptée dans ses recherches, on reste frappé du caractère tranché des teintes qui la composent et des concordances qu'affectent ces teintes avec le groupement des deux éléments ethniques principaux qui se retrouvent sur notre sol.

Cette carte présente, comme on a pu voir, une grande bande noire qui se dirige du nord-est au sud-ouest de la France et qui représente les populations les plus affectées, tandis qu'une autre bande blanche représentant la population la moins frappée de la maladie part du sud est et s'élève au nord-ouest pour aboutir aux départements bretons. Telles sont les dispositions fondamentales de cette carte dans laquelle nous négligerons les nuances intermédiaires.

Or il s'agit d'expliquer le sens de cette disposition et c'est ici que je suis en désaccord complet avec MM. Topinard et Albespy qui invoquent le rôle des milieux.

Il est de toute évidence, au premier abord, que la teinte noire de cette carte correspond aux régions où prédomine l'élément kimrique, c'est-à-dire les individus à grande taille, blonds et dolichocéphales, tandis que les régions blanches répondent aux populations plus franchement celtiques, celles à individus de petite taille, bruns et brachycéphales. C'est sous ces derniers rapports, ainsi que sous d'autres encore, que la carte de la carie dentaire est en concordance avec les documents divers que nous devons à MM. Broca, Lagneau, Boudin, etc., sur les tables du recrutement.

(1) *Bulletin de la Soc. d'Anthropologie*, 1867, p. 80.

Si d'autre part on cherche à expliquer la répartition de la carie dentaire au moyen des hypothèses diverses si souvent présentées, on arrive à une impuissance absolue.

Que n'a-t-on pas invoqué, en effet, à cet égard? Le voisinage de la mer, le cours des fleuves, les altitudes, la nature des eaux potables, les conditions de pauvreté ou de richesse, les boissons, les bassins géologiques, etc. Aucune de ces suppositions ne saurait s'appuyer sur les dispositions de notre carte.

Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, qu'il s'agit ici, non d'une difformité proprement dite, mais d'une maladie, d'une maladie bien spéciale dans sa marche et ses caractères. Je ne puis ici entrer dans les détails de ce sujet. Ce n'est pas le lieu de faire de la pathogénie; mais ce que je puis dire, ce qui est absolument établi, c'est que le mécanisme de production de cette lésion repose sur un ensemble de prédispositions que nous avons longuement étudiées sous le nom de *conditions anatomiques prédisposantes*.

Ce sont ces conditions qui relèvent de l'hérédité dans la famille et dans la race. Ce sont encore ces conditions qu'a importées chez nous l'élément blond ou kymrique au milieu des populations brunes ou celtiques qui ne connaissaient point une maladie à laquelle elles restent jusqu'aujourd'hui encore manifestement réfractaires.

D'ailleurs, messieurs, la question de la répartition ethnographique de la carie dentaire a déjà fait, depuis un certain temps, quelques progrès. Il est aujourd'hui acquis que certaines races sont étrangères à cette maladie, que d'autres y sont tout particulièrement exposées et que certains groupes ethniques restent intermédiaires.

Il y a même certaines régions où cette maladie est restée longtemps à peu près inconnue, exemple l'Islande. On sait à l'égard de ce dernier pays, que lors du voyage du prince Napoléon, en 1857, on constata la rareté extrême de la phthisie et de la carie dentaire (1). Mais voilà que dans un voyage plus récent, un médecin de la marine, M. le docteur Kermorvant, s'étant livré à une nouvelle enquête, remarqua que depuis trente années les deux maladies s'étaient observées avec une très-notable fréquence (2). Or on sait qu'un mouvement considérable de population s'est produit de ce côté, et nul doute qu'il ait apporté aux premiers habitants de l'île, non-seulement des éléments ethniques nouveaux, mais les dispositions morbides qu'il entraînait avec lui.

Dans une des dernières séances de la Société d'anthropologie (3), un autre médecin de la marine, notre collègue, le docteur Maurel, qui croit lui aussi très-fermement à l'influence ethnique, a soulevé à son tour, au point de vue des populations de la Guyane, le problème de la fréquence relative de la carie dentaire, et il a prouvé que les métissages présentaient précisément le degré intermédiaire de fréquence entre les deux facteurs.

Je sais bien qu'on a déjà invoqué l'influence possible du sol, au point de vue de sa constitution zoologique et le docteur Duché a fait faire dans le

(1) *Archives générales de médecine*, 1857, p. 240.
(2) *Archives de médecine navale*, 1877.
(3) *Bulletin de la Soc. d'Anthrop.*, 1878, p. 266.

département de l'Yonne qu'il habite, une étude de la répartition de la carie dentaire par canton (1), et il est arrivé à penser que les variations étaient dues à l'influence des terrains.

C'est l'idée que vient d'émettre de nouveau M. Albespy. Mais je le répète, cette hypothèse tombe devant la physionomie et le mécanisme de la maladie dont il s'agit, tandis que l'explication tirée de la différence des races est, selon nous, complétement satisfaisante.

M. Topinard s'attache à tort, selon moi, aux détails de la carte de la carie dentaire. Qu'il veuille bien en prendre les points extrêmes et il verra par exemple ceci : que le département de la Seine-Inférieure, en pleine Normandie, qui est franchement kymrique, donne, sur un certain nombre de conscrits un nombre d'exemptions pour carie dentaire, qui n'est pas moindre de 3,000; le département du Puy-de-Dôme, essentiellement celtique, n'en fournit pour le même nombre que 96. Comment expliquer autrement que par une influence ethnique un si prodigieux écart, alors surtout qu'aucune autre interprétation n'est d'ailleurs admissible.

M. Topinard objecte que les cartes de M. Chervin démontrent que la carie dentaire se présente avec une égale intensité non-seulement dans les départements du Nord de population kymrique, mais chez les Celtes Auvergnats et chez les habitants de nos départements du sud-ouest. Il faut d'ailleurs tenir compte à la fois de l'influence ethnique et de l'influence du milieu dans l'étude de ces faits.

M. Delaunay ajoute que la nutrition est pour beaucoup dans ces différences. Sur un sol stérile, l'homme est pauvre, se nourrit mal et est sujet à bien des affections; c'est le contraire dans des contrées fertiles. M. Chervin a montré qu'en Normandie les cantons riverains de la mer possédaient une population très-saine; cela tient évidemment à la nature de la nourriture et à l'air revivifiant.

Le vœu de M. Topinard ainsi formulé:

La section d'anthropologie exprime le vœu que l'administration du ministère de la guerre veuille bien publier in extenso la statistique par canton des causes d'exemption du service militaire.

Est mis aux voix et adopté.

M. Bertillon, revenant sur la communication de M. Chervin, fait observer que l'on confond souvent la scrofule avec certains phénomènes pathologiques qui ne sont souvent chez les enfants que le résultat de la malpropreté et du préjugé. C'est ainsi que dans beaucoup de pays, et notamment en Auvergne, où l'on signale une extension exceptionnelle de la scrofule chez une population de race celtique, on s'imagine qu'il est bon pour la santé de ne pas soigner la gourme des enfants. Cette négligence finit toujours par amener des désordres dont les signes rappellent les stigmates de la scrofule.

M. Bordier, contrairement à l'opinion de M. Bertillon, estime que la gourme est une manifestation de la scrofule.

(1) *Bulletin de la Soc. d'Anthrop.*, 1869, p. 010.

Mme Clémence ROYER

SUR LE SYSTÈME PILEUX CHEZ L'HOMME ET CHEZ LES MAMMIFÈRES.

(EXTRAIT).

— *Séance du 23 août 1878.* —

Mme Clémence Royer examine cette question : l'homme provient-il d'une espèce qui a perdu ses poils ou d'une espèce qui n'en a jamais eu?

Elle penche vers cette dernière solution bien que la tendance générale actuelle semble être en faveur de la première.

L'homme, en effet, se distingue nettement de toute la classe des mammifères, non-seulement par le peu de développement de son système pileux, mais plus encore par sa distribution en quelque sorte inverse sur les diverses parties du corps. Les points de l'épiderme qui sont le plus abondamment pourvus de poils chez les animaux sont les plus glabres chez l'homme, et réciproquement.

Tandis que la fourrure des animaux est surtout développée sur les parties dorsales, ce sont, au contraire, les parties pectorales qui, chez l'homme, sont les mieux pourvues de poils. La chevelure est absolument caractéristique de l'homme.

Ces caractères semblent primitifs et datent de l'origine même de l'espèce. Si l'homme avait eu un vêtement de poils comme les animaux, on ne voit pas d'ailleurs pourquoi il l'aurait perdu. La sélection naturelle n'aurait pu avoir ce résultat, car il eût été évidemment utile à l'homme à l'état sauvage d'être naturellement vêtu contre les variations climatériques. Ce serait encore aujourd'hui une économie de temps et d'argent. Le sentiment du beau lui-même aurait pu n'y rien perdre, car les femmes les plus élégantes pourraient se contenter de la toilette de l'oiseau de paradis ; et même chez les mammifères les variations du pelage auraient pu répondre aux exigences les plus capricieuses de la mode, sous l'influence de la sélection sexuelle dirigée par l'idéal spécifique instinctif.

Il faut donc attribuer la nudité spécifique de l'homme à l'influence directrice de cet idéal qui, agissant également sur les deux sexes, et assurant les sympathies de tous aux individus qui le réalisent le mieux, leur rend toujours plus faciles les conditions de vie et leur assure, en général, une postérité plus nombreuse.

Mais cette influence a dû être primitive, et commencer d'agir dès l'époque où le système pileux a commencé à se développer chez toute la classe des mammifères pour en arrêter dès lors l'évolution chez notre espèce seulement.

Cet arrêt d'évolution du système pileux serait donc consécutive à la séparation du groupe des bimanes marcheurs à station droite d'avec le reste des

anthropoïdes. Le développement du système pileux chez les mammifères, en général, serait ainsi postérieur à cette séparation, postérieur par conséquent à la séparation du groupe des anthropoïdes d'avec les autres primates et de ceux-ci d'avec les autres familles de mammifères.

Nous ne sommes nullement autorisés à croire que ceux-ci ont toujours eu le pelage abondant qui les distingue aujourd'hui, et que les espèces tertiaires aient eu les mêmes fourrures que leurs congénères actuels. Il est évident, au contraire, que les formes dominantes dans les temps géologiques appartiennent à des genres chez lesquels le système pileux est encore aujourd'hui rudimentaire, tels que les pachydermes tapiroïdes, les éléphants, les rhinocéros, les cétacés; tandis que les formes, aujourd'hui si nombreuses en espèces, qui sont caractérisées par les fourrures les plus riches, étaient peu développées quant au nombre et à la taille de leurs individus. On peut admettre que c'est sous l'influence de variations climatériques de plus en plus extrêmes, des climats polaires ou de montagnes et des périodes glanaires successives que les espèces les mieux vêtues se sont multipliées.

Il faut remarquer encore que, dans l'espèce humaine, c'est chez notre race blanche que le système pileux est relativement le plus abondant. Il est étrange que, par ce caractère seulement, elle soit intermédiaire entre les races inférieures et les primates; tandis que les groupes très-inférieurs des races noires et surtout des races jaunes sont restés beaucoup plus glabres. On en peut trouver la raison dans l'origine évidemment boréale des races blanches acclimatées exclusivement aux régions tempérées et froides.

DISCUSSION

M. TOPINARD fait remarquer que quelques races noires sont aussi très-velues et que probablement quelques anciennes races disparues l'ont été encore davantage, et il cite en exemple les Aïnos et l'homme-chien récemment arrivé à Paris et dont on connaît d'autres analogues.

Mme CLÉMENCE ROYER répond qu'elle-même, dans une communication à la Société d'anthropologie, a attribué le développement du système pileux chez l'homme-chien et chez un analogue à une influence d'atavisme convergente qui aurait fait disparaître en ces individus les caractères d'une ancienne race éteinte dont le sang circulerait dans toute notre race blanche, et dont les Aïnos seraient les derniers représentants vivants. Mais l'existence de cette race velue qui aurait eu la peau blanche, confirmerait, en l'expliquant, le développement plus complet du système pileux chez la race blanche qu'elle a signalé.

M. BENEDICK

Professeur à la Faculté de médecine de Vienne (Autriche)

SUR L'IDENTITÉ DU CERVEAU DE L'HOMME AVEC CELUI DES MAMMIFÈRES

— *Séance du 24 août 1877.* —

Dès que l'on eut remarqué aussi chez l'homme le type de quatre circonvolutions, la barrière entre le cerveau de l'homme et celui de certains carnassiers, par exemple, fut surmontée.

Les sillons radiaires présentaient une grande difficulté pour reconnaître qu'il n'existe pas de différence essentielle entre le cerveau de l'homme et des singes, d'une part, et celui des autres mammifères, d'autre part.

Mais l'étude des cerveaux atypiques a démontré que, si un sillon sagittal est empêché dans son développement sagittal, il forme deux branches radiaires à son extrémité. Ces branches deviennent souvent séparées de la partie sagittale par des masses grises, ce qui donne naissance aux sillons radiaires. On constate ce fait le plus clairement, lorsqu'un sillon typique, comme le premier frontal, est divisé en quelques parties.

Ce mode d'évolution des sillons radiaires étant connu, ceux-ci n'offrent plus de différence essentielle.

La différence la plus essentielle consiste, selon l'opinion vulgaire, dans l'occiput (lobe occipital). On croyait que les mammifères à l'exception de l'homme et du singe, n'avaient pas d'occiput. Si l'on sépare bien le cervelet et les ganglions quadri-jumeaux du cerveau, on voit avant tout, qu'il y a chez chaque mammifère un lobe basilaire occipital dans la fosse-réduite-postérieure du crâne; et dans les cerveaux un peu développés, on voit même la séparation en deux circonvolutions, correspondante à la circonvolution linguale et la circonvolution fusiforme de l'homme.

L'occiput de la surface extérieure et le « cuneus » ne manquent jamais non plus.

Chez l'homme et les singes le lobe pariétal va directement en arrière et se plie en dedans sur le plan médian. Par ce procédé le procès du lobe pariétal forme le lobe occipital et celui-ci a pour voisins dans le plan médian en avant le « procuneus » et en bas la circonvolution linguale.

Chez les mammifères le lobe pariétal reste à la surface extérieure, en se pliant en bas, parallèlement aux parties qui correspondent au lobe temporal.

Ainsi, par exemple, chez le chat, la partie postérieure des deux circonvolutions supérieures, dès que celles-là se plient en bas, correspondent à l'occiput de l'homme. La partie la plus inférieure des deux dites circonvolutions qui avoisine le bord extérieur du lobe occipital de la base, correspond au « cuneus » de l'homme.

Par ce procédé différent de rotation de l'occiput chez l'homme et les singes d'un côté et chez les autres mammifères de l'autre, le « cuneus » chez les uns, devient voisin de la circonvolution linguale, et chez les autres de la circonvolution fusiforme.

On peut se convaincre par des sections, que cette manière de voir est juste.

Chez tous les mammifères il existe une corne postérieure du ventricule latéral et un procès postérieur de la corne d'ammon, seulement la situation est opposée.

Chez l'homme, le calcar avis est à l'intérieur de la corne postérieure du ventricule latéral; chez les mammifères, il est situé extérieurement et toute la position du « calcar avis » correspond à la position de la partie postérieure et inférieure du lobe pariétal devenue, selon notre manière de voir, le lobe occipital.

Il existe presque toujours un sillon qui sépare la partie postérieure de la surface externe, laquelle correspond à l'occiput du lobe occipital basilaire. Ce sillon représente au point de vue topographique à la fois le sillon occipital inférieur de *Vernicke* et le sillon calcarin, parce qu'il sépare la partie qui correspond au cuneus du lobe occipital basilaire. De fait, les sections démontrent que ledit sillon joue chez les mammifères le même rôle que le sillon calcarin chez l'homme, car il représente le canal auxiliaire vasculaire de la corne postérieure du ventricule latéral.

Quelquefois, comme chez l'ours, ce sillon calcarin des mammifères se prolonge en haut et sépare la partie qui correspond au procuneus de l'occiput et joue alors en même temps le rôle de sillon perpendiculaire occipital.

Chez l'ours, on voit aussi comme prolongement du sillon supérieur un sillon central de Rolando. Ce sillon est caractérisé par sa position au milieu du lobe paracentral qui est très-bien formé chez l'ours.

DISCUSSION

M. Topinard regrette que M. Broca, retenu chez lui par une indisposition, n'ait pu entendre le mémoire de M. Benedick, auquel il aurait certainement répondu. Comme M. Benedick, M. Broca a déterminé les analogies qui exis-

tent entre le type cérébral des primates et ceux des autres mammifères, mais il les a déterminés tout autrement que lui, en se basant sur l'évolution du grand lobe limbique et sur les connexions qui existent entre les divisions primaires de l'hémisphère et les autres parties du manteau. M. Benedick paraît n'avoir pas connaissance des travaux qui ont été faits en France par ce professeur et par ses élèves et qui ont éclairé d'un jour tout nouveau la question des circonvolutions cérébrales, déjà si bien étudiée cependant par Leuret, Gratiolet et Dareste. M. Topinard s'étonne surtout de la délimitation vague et arbitraire que M. Benedick établit entre son lobe antérieur ou frontal et son lobe postérieur ou occipito-pariétal. A quoi les reconnaît-il ?

M. Benedick. A leur situation. J'appelle lobes antérieurs ce qui se trouve à peu près en avant du milieu et postérieur ce qui est en arrière.

M. Topinard. C'est bien simple, en effet ! Eh bien, en France, nous avons un autre procédé qui est absolument classique. C'est à la scissure de Rolando qui les sépare que nous les reconnaissons.

Cette scissure chez l'homme est la première après la scissure de Sylvius qui apparaît sur le fœtus. Elle est constante dans sa direction et ses moindres dispositions. Elle interrompt complétement le système topographique de circonvolutions de la surface externe de l'hémisphère. Hormis ses deux lèvres qui donnent lieu à deux circonvolutions ascendantes et parallèles, toutes les circonvolutions qui sont soit en avant soit en arrière d'elles sont dirigées dans le sens longitudinal, abstraction faite des sinuosités secondaires de chacune. C'est grâce à elle qu'il nous est permis de suivre les dispositions des lobes antérieur et postérieur chez les animaux, leur degré de développement, leurs relations, leurs plis de passage. C'est par elle que M. Broca a pu décrire ces lobes chez les animaux et dire, les preuves en main, que l'homme a pour caractéristique cérébrale l'exubérance de son lobe frontal et des facultés élevées qui l'occupent.

Le même caractère se retrouve plus ou moins atténué chez tous les primates, tandis que les autres animaux ont au contraire un lobe frontal réduit à peu de chose et en revanche un lobe pariéto-occipital ou plutôt pariétal qui à lui seul remplit presque toute la cavité cérébrale, car, dans les ordres inférieurs aux primates la portion occipitale et la portion temporale se confondent avec le lobe pariétal.

Je me mets du reste à la disposition de M. Benedick et des membres de la section pour leur montrer les 500 moulages de cerveaux de toutes sortes sur lesquels s'appuie M. Broca dans les trois mémoires qu'il a publiés sur ce sujet dans la *Revue d'Anthropologie*.

M. Henri MARTIN
Sénateur, Membre de l'Académie française.

TRADITIONS SUR LES ANCIENNES RACES DE L'IRLANDE, COMPARÉES AUX DONNÉES ACTUELLES DE L'ANTHROPOLOGIE ET DE L'ETHNOGRAPHIE SUR LES ANCIENNES RACES DE L'EUROPE CENTRALE ET OCCIDENTALE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 24 août 1878.* —

On sait que l'éminent historien diffère avec M. Broca sur la question des Celtes; le désaccord n'a pas, d'ailleurs, la gravité qu'on pourrait croire; tandis que M. Broca appelle Celtes les bruns brachycéphales de la France centrale, et Kymris les blonds ou chatains dolichocéphales aux yeux bleus, qui sont en majorité dans le nord, dans l'est et dans une partie de l'ouest de la France, M. Henri Martin donne le nom de Celtes à la race blonde ou châtaine, aux yeux bleus, partout où elle se trouve et n'accepte pas pour elle le nom de Kymris. Suivant lui, d'autres branches de la race blonde ont devancé de beaucoup les Kymris en occident, et on retrouve des blonds dolichocéphales comme eux dans bien des régions occidentales, où le peuple kymrique n'a jamais dominé ni même pénétré. M. Henri Martin repousse encore plus décidément le nom de Germains, appliqué en général à la race blonde, les Germains ou Teutons n'étant que l'arrière-ban de cette race en Europe. Les Celtes de M. Henri Martin étaient donc blonds, et, pour lui, les Celtes bruns de M. Broca étaient des populations antérieures et celtisées. Cette race brune brachycéphale est d'ailleurs partout mêlée à la race blonde ou celtique. Suivant M. Henri Martin, c'est comme le sous-sol des Celtes ou Gaulois. Les châtains aux yeux bleus, si nombreux en France, sont pour lui des Celtes faiblement mélangés; les bruns aux cheveux et aux yeux foncés, quand ils ont les traits allongés, la taille élancée, le teint clair et coloré, sont des sang-mêlés, chez lesquels se balancent les caractères celtiques et préceltiques. Les blonds purs et les noirs ou bruns purs, assez rares les uns et les autres, représentent les deux éléments à l'état primitif. Il faut établir également une différence entre les bruns brachycéphales de la France centrale et les bruns beaucoup plus foncés et plus brachycéphales des côtes de la Méditerranée, qui sont les Ligures. Des différences analogues se remarquent parmi les bruns des Iles Britanniques; les bruns d'Irlande, les Fir-Bolgs de la tradition ont les cheveux plats; les Silures, que nous décrit Tacite, et qui habitaient le sud du pays de Galles, avaient les cheveux crépus. M. Henri Martin expose que l'histoire classique ne mentionne que les grands Gaulois blonds, d'une part, et les Ibères et les Ligures, d'autre part; elle ne nous dit rien de ce qu'il y avait auprès des Gaulois, sous les Gaulois et sous leurs congénères; les légendes et les poèmes irlandais, en ce qui concerne l'Irlande, nous en parlent.

A travers ce fables et ces œuvres d'imagination, on reconnaît quelques

grandes lignes historiques, migrations de peuples et conquêtes. Ce sont d'abord des sauvages de race inconnue, vivant de chasse et de pêche, dans les bois; arrivent ensuite les premiers Celtes, conduits par des personnages mythiques, des divinités dont les poètes irlandais du moyen âge ont fait des chefs de colonies. La tradition leur attribue déjà la construction de monuments mégalithiques. M. Henri Martin attache un grand intérêt traditionnel au nom de l'un de ces chefs mythiques, le nom de *Nemedh*. La tradition personnifie en lui toute la race celtique. Ce nom veut dire céleste (de *Nem*, ciel en gaëlique). Il désigne chez tous les peuples celtiques ce qui est antique, vénérable et sacré. C'était le nom même des sanctuaires druidiques, depuis la Gaule jusqu'en Galatie, en Asie.

Ces premiers Celtes d'Irlande disparaissent et sont remplacés par les Fir-Bolgs; c'est une erreur, pour M. Henri Martin, que de faire de ceux-ci des Belges; les Fir-Bolgs, suivant la tradition, étaient petits et bruns, tandis que les Belges de César, arrivés d'ailleurs très-tard en Occident, étaient grands et blonds; toutefois les Fir-Bolgs sont rattachés, par les traditions irlandaises, à la race celtique de *Nemedh*. M. Henri Martin signale la contradiction qu'il y a entre le type brun des Fir-Bolgs et leur nationalité celtique, qui, suivant le système de l'éminent historien, aurait dû faire de ceux-ci des blonds; il explique ce fait par la celtisation complète des Fir-Bolgs avant leur arrivée en Irlande. Eux aussi sont, d'après la tradition, les auteurs de monuments mégalithiques. Les *Round-Barrows* d'Angleterre, où l'on retrouve les restes d'une race brachycéphale, proviennent vraisemblablement d'une population sœur des Fir-Bolgs, qui auraient été probablement apparentés aux Ligures. Suivant la légende irlandaise, les Fir-Bolgs n'occupèrent pas longtemps en paix l'Irlande.

De grands hommes blonds aux yeux bleus, poètes, magiciens et forgerons, débarquèrent dans l'île d'Erin; c'étaient les hommes de la race des dieux de Dana ou de la déesse Dana *(Matha-de-Dana)*. M. Henri Martin rapporte à ce propos qu'un poème bardique irlandais, dont la dernière version ne date que du moyen âge, décrit la bataille de Magh-Tuireann (aujourd'hui Moytura), où la race des dieux de Dana vainquit les Fir-Bolgs et conquit l'Irlande. Dans ce récit, il est mentionné que les combattants avaient, de part et d'autre, des armes de bronze, mais les épées des Fir-Bolgs étaient larges, courtes et mal affilées, tandis que celles des Dananiens étaient longues, fines et aiguës. Or, on retrouve précisément ces deux espèces d'armes dans le musée de l'*Irish royal Academy* parmi les produits des découvertes faites dans les *bogs* (marais) et ailleurs en Irlande. La tradition qui s'était perpétuée jusqu'au moyen âge est donc confirmée par l'archéologie moderne.

Parlant ensuite de l'origine de tous ces immigrants celtiques ou celtisés, M. Henri Martin expose que la tradition d'accord avec la linguistique les fait venir de l'Europe orientale, des bords de la mer Noire; sur ce point les traditions galloises concordent absolument avec les traditions irlandaises. Toutefois, suivant l'éminent historien, les derniers venus, les Dananiens, auraient passé par la Scandinavie avant de débarquer dans les Iles Britanniques. Les savants du Nord ont été amenés par leurs recherches à penser que, du VIIIe au Xe

siècle avant notre ère, un peuple armé de longues épées de bronze et qui élevait des tumuli sans dolmen à l'intérieur était venu supplanter en Scandinavie une population qui construisait des dolmens et qui n'y ensevelissait avec ses morts que des armes de pierre. Ces hommes aux épées de bronze étaient les Cimbres, dit M. Henri Martin, qui ne furent remplacés qu'au Ier siècle de notre ère par les Scandinaves de race teutonique et armés de glaives de fer. Or, les Cimbres, pour M. Henri Martin, étaient des Celtes. Quant aux Dananiens qui, suivant les traditions, auraient pénétré en Irlande au plus tard vers le VIIIe siècle avant Jésus-Christ, ils venaient de Lochlin (la Scandinavie) ; ce seraient les restes de ce peuple constructeur de dolmens chassé de son pays septentrional par les Cimbres. Les plus grands et les plus beaux des monuments mégalithiques en Irlande sont attribués aux Dananiens; ils n'y déposaient généralement pas d'objets de bronze, bien que ce métal fût connu et employé à la guerre par ce peuple. Il est probable que cette exclusion du métal tenait à une question de rite religieux.

M. Henri Martin termine par d'intéressantes considérations sur l'identité originaire des Cimbres, des Cimmériens et des Kymris. Il établit que l'émigration des Cimmériens et des Vénètes du Pont-Euxin, mentionnée par Strabon, a dû s'opérer vers le XIe siècle avant Jésus-Christ, date qui coïncide avec les révolutions qu'il a mentionnées plus haut.

DISCUSSION

M. CARTAILHAC fait observer qu'on a trouvé des objets en métal dans les dolmens du Nord, et que l'on a même recueilli des perles en bronze dans les dolmens de la Bretagne française.

M. WALDEMAR SCHMIDT dit que dans le Nord, il s'est produit un changement si complet, dans la civilisation, lors de la transition de l'âge de la pierre à l'âge du bronze, qu'on est porté à croire qu'il s'est fait aussi un changement dans la population. Il en a été de même au commencement de notre ère, c'est-à-dire au début de l'âge du fer en Scandinavie. Souvent on rencontre du bronze dans les tumuli à dolmens; mais il y semble avoir été souvent introduit postérieurement à la construction de ces monuments, dont on se servait comme de cachettes; c'est au moins ce qui a dû arriver quand on y découvre des objets en métal en grand nombre. Ainsi, en 1872, à la suite d'une tempête effroyable, dans laquelle la mer avait envahi au loin les rivages de l'île Bornholm (Danemark), un dolmen de l'âge de la pierre se trouva mis à découvert et on y trouva un trésor caché de l'âge du bronze. Quant aux questions de migration, elles sont très-difficiles à résoudre.

M. DE MORTILLET dit que de tout temps on a violé les dolmens, soit pour y cacher des trésors, mais le plus souvent pour en chercher.

M. GUSTAVE LAGNEAU. — Dans son étude ethnographique de l'Irlande, outre la race à cheveux noirs, bouclés, au teint basané, de race ibérienne, dont Tacite, Jornandès, indiquent la présence dans les îles Britanniques (1), notre

(1) Tacite : *Agricolæ vita*, XI, — Jornandès : *De Get.*, cap. XI, p. 425, coll. Nisard.

savant Président de la Société d'anthropologie parle d'une race brune à brachycéphalie globuleuse, aux yeux bleus ou plutôt gris. Contrairement à M. Henri Martin, et conformément à l'opinion de Desmoulins, de M. Broca et de bien d'autres ethnographes (1), cette race brune à brachycéphalie globuleuse, de petite taille, me parait être la race celtique. En effet, d'une part, non-seulement les habitants actuels de l'ancienne Celtique, étudiés par M. Broca, présentent ces caractères anthropologiques; mais, d'autre part, Diodore de Sicile les distingue très-bien des Galates Γαλάται blonds et grands, occupant les régions maritimes continentales du nord-ouest de l'Europe, des Celtes occupant le centre de notre pays (2). Ces Celtes semblent donc avoir dû présenter des caractères ethnologiques différents de ceux des Galates. La présence de la race des Celtes dans les îles Britanniques, en particulier en Irlande, où se parle encore un dialecte celtique, me paraît incontestable, car non-seulement, ainsi que le dit M. Henri Martin, il y a en Irlande des petits brachycéphales bruns, à yeux gris, très-comparables à ceux du centre de notre pays, de l'ancienne Celtique, mais aussi, suivant Hipparque, les îles Britanniques auraient appartenu aux Celtes, bien que Strabon dise que de son temps elles étaient habitées par les Bretanniens, les Bretons (3). Ces Bretanniens, que Denys le Périégète dit habiter les forêts des monts Hercyniens, les montagnes du Harz (4), que Pline indique sur notre littoral, entre les Bellovacs et les Ambianiens, aux environs de Beauvais et d'Amiens (5), auraient envahi les îles du nord-ouest de l'Europe, ainsi que l'indique Bède le Vénérable (6). Dans ces îles, la présence des immigrants bretons, à l'époque de Strabon, ne contredit nullement la présence antérieure de Celtes, dont parle Hipparque.

Quant aux Fir-Bolgs, M. Henri Martin nous les dépeint également comme de petits bruns, brachycéphales. Ces Fir-Bolgs sont assez généralement considérés comme des Belges émigrés en Erin, l'Irlande. Or, sous la dénomination de Belges, on désignait les habitants de la région continentale comprise entre la Seine, le Rhin et la mer; vaste région que César nous dit avoir été envahie par de nombreux immigrants Germains (7), étant venus d'outre-Rhin se fixer au milieu d'anciens habitants, vraisemblablement plus nombreux encore, de race celtique. Il ne serait donc nullement étonnant que les Fir-Bolgs, tout en reconnaissant une origine belge, eussent présenté les uns le type brun brachycéphale des Celtes, les autres la stature élevée et la chevelure blonde des Germains.

M. Henri Martin répond qu'il n'y avait pas seulement en Belgique des Germains blonds, et des brachycéphales bruns que M. Lagneau appelle Celtes et que, lui, nomme celtisés : il y avait les vrais Belges, qui étaient de grands Gaulois blonds dolichocéphales, et c'étaient ceux-ci qui étaient la population

(1) A. Desmoulins: *Hist. nat. des races humaines*, p. 130, § 1, Paris.— Broca: La race celtique ancienne et moderne: *Revue d'anthropologie*, t. II, p. 577, etc., 1873.
(2) Diodore de Sicile: *Hist. Univ.*, liv. V, ch. XXXII, p. 273, coll. Didot.
(3) Strabon, liv. II, cap. I, § 18.
(4) Denys le Périégète, v. 284-6 : *Geographi græci minores*, God-Bernhardy. Lipsiæ, 1828.
(5) Pline: *Hist. nat.*, liv. IV, cap. XXXI, p. 252 et 253, éd. Pankouke.
(6) Beda : *Ecclesiasticæ hist. gentis Anglorum libri* : liv. I, cap. I, p. 2, Antverpiæ, 1550.
(7) César : *De Bell. Gall.*, liv. I, cap. I.

dominante : ils étaient venus d'Outre-Rhin; mais ils n'étaient pas Germains : César, dans l'énumération de la grande armée belge, ne compte que 40,000 Germains sur 260,000 hommes; tout le reste était Gaulois, c'est-à-dire Celte ou celtisé.

M. Waldemar SCHMIDT

Professeur à l'Université de Copenhague

TRANSITION DU BRONZE AU FER EN SCANDINAVIE ET DANS L'EUROPE CENTRALE

— *Séance du 24 août 1878.* —

M. E. LANDOWSKI

SUR L'ACCLIMATEMENT EN ALGÉRIE

— *Séance du 24 août 1878.* —

Nous pouvons déjà établir, d'après les données de la science anthropologique, les bases de l'acclimatation en Algérie.

Cette grande et belle contrée de l'Afrique septentrionale paraissait pendant longtemps rebelle à l'acclimatement des Européens. Les Romains, qui ont su et pu latiniser la moitié de l'Europe, ne sont pas parvenus à laisser de traces de leur longue domination là-bas, et à l'exception des nombreuses ruines, seuls vestiges des cités florissantes qu'ils avaient fondées, ils n'ont pu perpétuer ni leur race, ni leur langue, ni leurs mœurs, sur la côte africaine.

L'Afrique du nord, pour les races blanches, ne paraissait hospitalière qu'à deux types, les Berbères et les Sémites. Ces deux races se sont répandues facilement et peuvent être considérées aujourd'hui comme les populations les plus anciennes. Ce sont elles qui ont donné les Kabyles et les Maures, qui ont joué un rôle si important et si grandiose dans l'histoire de l'Espagne jusqu'au XVIe siècle.

Actuellement la population indigène de l'Algérie se compose de quatre types, savoir :

1° Les Berbères, Kbaïlls ou Kabyles, race autochthone d'Algérie;

2° Race sémite composée de deux types : Arabes et Juifs;

3° Kourour'lis, métis des Turcs et des Arabes qui sont peu nombreux ;

4° Les Maures, métis des Arabes et des Kabyles.

Les Aryens prenaient difficilement racine en Algérie au commencement de la conquête française, excepté les Espagnols et les Maltais, que, du reste, on peut considérer comme métis des Berbères et des Sémites. On a trop appuyé sur cette difficulté d'acclimatement sans assez tenir compte des causes, et il suffit de rappeler ici les travaux de M. Boudin qui, avec l'autorité de son nom, a découragé les tentatives d'acclimatation en Algérie par ses appréciations pessimistes, et malheureusement, les statistiques officielles, pas trop exactes, jusqu'en 1855, ne faisaient que confirmer les idées de M. Boudin.

Ce n'est que depuis 1855 que M. Bertillon nous donne une statistique où la natalité dépasse la mortalité pour l'Européen. Il en résulte que, grâce aux travaux d'assainissement qui ont supprimé la cause principale de la mortalité des Européens, l'influence palustre, grâce à l'augmentation du bien-être et à l'observation de mesures hygiéniques, la mortalité a sensiblement diminué. Ce résultat, si consolant déjà, qui démontre qu'on peut aujourd'hui garantir le séjour des Européens sous le climat algérien, nous permet de déduire que les races transportées d'Europe en Afrique pourront former dans l'avenir une population indigène en progressant rapidement.

Tout en constatant ce fait si favorable pour l'avenir de notre belle colonie et tout en étant sous l'inspiration des travaux de MM. Broca, de Quatrefages et Bertillon, sur l'acclimatement des races humaines, il me paraît que la colonisation, qui n'est qu'une acclimatation en grand, doit être secondée ici par le petit acclimatement, autrement dit par l'extension et le métissage.

L'extension peut se faire ici par les races voisines de l'Afrique, tels que les Espagnols du sud, les Basques, les Maltais et les Italiens. Il est démontré que ces populations se trouvent mieux en Afrique même que dans leur pays natal, vu que la natalité chez ces races est de beaucoup supérieure à la mortalité en Afrique que dans leur patrie. Leur fécondité augmente et leur activité et leur vigueur ne souffrent aucunement.

Pour les Français, les conditions ne sont pas tout à fait les mêmes. Leur fécondité diminue et les enfants ne présentent pas des types aussi vigoureux pouvant faire présager un rapide accroissement de la race.

Donc, si on veut avoir une population française indigène, il me sem-

ble indispensable d'appliquer ici la loi parfaitement définie et constatée dans toutes les migrations et évolutions des races humaines, admirablement résumée par M. Bertillon dans les propositions suivantes :

Que tout mouvement migratoire en marche séculaire, résultant plutôt de l'extension des populations de proche en proche, aboutit certainement à l'acclimatement, quelque loin qu'il s'étende (migration indo-européenne).

Que les croisements avec les races aborigènes, s'ils sont eugénésiques, favorisent et accélèrent sans doute l'acclimatement, tandis que la sélection séculaire qui les suit le consolide.

En un mot, comme précepte d'acclimatation, les innombrables expériences de nos ancêtres concluent à s'en tenir au petit acclimatement et à l'assurer encore par le croisement avec les aborigènes.

C'est sur ce dernier point surtout qu'il me paraît indispensable d'insister. La nécessité du croisement avec les indigènes est innée depuis un temps immémorial chez tous les peuples en voie d'extension et possédant les éléments de vitalité supérieure. Voici un exemple frappant d'une race qui se développe partout depuis l'extrême nord jusqu'en l'Inde, depuis les vallées de Cachemire jusqu'en Amérique, se multipliant partout et progressant par sa fécondité. Je veux parler des Juifs qui se trouvent en Afrique et en Algérie en grand nombre et qui y sont parfaitement acclimatés. Eh bien, cette race, qu'on se plaît encore à regarder comme une race pure, est cependant le résultat de métissages permanents, surtout dans les premières phases de leur existence historique. Ils faisaient l'acclimatement par extension et surtout par croisements incessants. Ainsi l'Exode nous apprend que l'Eternel ordonna aux Juifs d'exterminer toujours les mâles du peuple qu'ils avaient conquis, n'épargnant ni les enfants ni les vieillards du sexe masculin, ni même les femme mariées, mais en même temps l'Eternel ordonnait de prendre toutes les filles vierges pour concubines et esclaves. — Il en résultait une génération de métis parfaitement aptes à subir l'influence du milieu, qui recommençaient, dans le cours de leurs migrations toujours progressives, le même procédé barbare posé comme un dogme religieux émanant de Dieu.

Je crois utile de prendre en sérieuse considération ce croisement permanent des Israélites pendant plus de dix-sept siécles de leur existence en Palestine tout en tenant compte des observations de M. Bertillon qui attribue aussi la facilité de leur acclimatement à la variabilité du climat de la Palestine qui représente dans un périmètre relativement restreint, tous les degrés de température. Les dernières recherches de M. Kopernicki sur les Juifs de la Galicie, au point de vue craniométrique démontrant qu'ils sont là-bas pour la plupart brachycéphales et qu'il y

en a beaucoup de blonds, ne font que me confirmer dans l'opinion que c'est dans le mélange des sangs qu'il faut avant tout chercher la cause de leur grande facilité d'acclimatement. Il s'agit donc pour l'Afrique et pour l'Algérie en particulier, au point de vue de son repeuplement, de suivre les indications établies par la science dont la base principale est le croisement. Il va sans dire que le procédé dont se servait Israël, quoique émanant du Ciel, n'est plus applicable aujourd'hui. Loin de moi aussi toute pensée de persécutions systématiques des populations indigènes, sous prétexte de civilisation ou de religion, qui malheureusement est encore à l'ordre du jour chez beaucoup de gouvernements vainqueurs de l'Europe pour se substituer à la place du peuple vaincu. Mais, ce que nous posons comme but, c'est l'*assimilation*, et comme moyen, le *croisement*. Cette nécessité du croisement une fois établie, il faut chercher les voies et les moyens pour y arriver. Au point de vue anthropologique, l'eugénisme existant entre les races habitant l'Algérie et celles de l'Europe, les seuls obstacles de croisement entre Français, Arabes et Kabyles consistent : 1° dans la différence de religion; 2° la différence de la langue; 3° la différence de mœurs.

L'obstacle premier, le fanatisme religieux est ici, comme partout d'ailleurs, le principal et le plus difficile à surmonter. Les tentatives de prosélytisme qui ont échoué jusqu'à présent, échoueront toujours, vu que toutes les populations indigènes étant monodéistes par excellence, sont convaincues de la supériorité de leurs principes sur tous ceux qu'on voudrait leur substituer, qu'ils considèrent comme de l'idolâtrie à cause du culte des images, des statues, etc., etc.

Le seul moyen pour arriver au but, serait de donner une impulsion sérieuse à l'éducation des enfants indigènes qu'on ferait élever en France. L'établissement d'un grand nombre d'écoles sur les côtes françaises de la Méditerranée formerait une génération, qui arrachée à l'influence du milieu fanatisant, ennoblie par l'instruction, sachant apprécier les bienfaits de la civilisation, deviendrait le premier élément indigène facile à manier. D'un autre côté, la quantité d'enfants trouvés en France et, généralement abandonnés dès l'âge de douze ans, envoyés en Algérie et répartis dans les écoles pour y recevoir l'instruction répondant à leurs facultés individuelles, avec la connaissance de la langue arabe, formeraient la future souche européenne. Une fois possédant ces deux générations de races différentes il serait facile, en dotant les filles, d'établir des ménages dont l'acclimatement aurait été fait d'avance et qui donneraient des métis qui formeraient le commencement d'une race indigène éminemment française.

Je ne sais pas jusqu'à quel point cette idée mérite votre attention, messieurs, mais m'occupant beaucoup de l'Algérie, j'ai toujours été

frappé de la séparation tranchée entre la population indigène et les colons. Il n'y a pas de haine, mais il n'y a pas de rapprochement intime. Cependant ces populations sont beaucoup plus heureuses sous la domination française que lorsqu'elles étaient sous la tyrannie barbare des Turcs et des deys.

La France a fait beaucoup pour les Algériens en les dotant d'une administration juste, honnête et généreuse. Elle a fait plus encore en assainissant le pays et l'enrichissant par la culture et l'industrie. Mais pour pouvoir en profiter il faut une population compacte, durable et véritablement française, et le seul moyen d'y arriver est dans le croisement des races.

DISCUSSION.

M. Topinard demande qu'on tienne compte dans l'établissement des colons de l'altitude, afin d'essayer d'obtenir ainsi une plus grande similitude entre le milieu nouveau et le milieu précédent des émigrants. Il insiste sur l'analogie qui existe entre les Berbères et la race de Cro-Magnon, et fait ressortir l'utilité qu'il y aurait à favoriser l'immigration en Algérie des Basques qui représentent souvent cette race préhistorique et qui s'en vont en grand nombre dans l'Amérique du Sud.

M. Bordier répond que l'émigration des Basques est due surtout à leur aversion pour le service militaire. Ce peuple, très-brave cependant, a horreur de la vie de caserne et surtout de l'éloignement des siens; il préfère donc émigrer là où il rencontre d'autres Basques et où il n'est pas astreint à la discipline. Il y a donc là un obstacle sérieux à son immigration en Algérie. L'orateur fait remarquer l'erreur que commet sans cesse le gouvernement français dans ce pays, en confondant les Arabes inassimilables et de race sémitique avec les Kabyles que leurs institutions et surtout leurs caractères anthropologiques rapprochent de nous.

M. de Quatrefages rappelle qu'il a toujours soutenu que l'acclimatement des Européens en Algérie était possible. Il s'appuyait sur l'acclimatement si difficile, et cependant si complet à la fin, des espèces animales d'Europe en Amérique. On a constaté au début de notre occupation de l'Algérie une mortalité terrible chez les enfants, et cependant elle ne fut jamais aussi considérable que la perte d'œufs et de poulets qu'on fit sur le plateau de Bogota quand on y introduisit la poule qui y prospère actuellement. Il est certain cependant que les races du nord sont moins aptes à l'acclimatement que les races du midi; mais nous avons dans notre pays même des régions, en Provence, par exemple, où l'homme du nord de la France périt aussi misérablement qu'en Algérie et où cependant existe une population vivace. La question de l'acclimatement est très-complexe et souvent mal étudiée. Quand des explorateurs arrivent dans un pays lointain, ils se préoccupent souvent peu des conditions hygiéniques de leur établissement, ils ne pénètrent souvent pas dans l'intérieur, ils s'établissent à l'embouchure des fleuves, situation généralement très-malsaine. Quant aux Basques, il faut attendre pour se prononcer.

On ignore quelle était la chevelure des gens de l'époque de Cro-Magnon; toutefois, M. Verneau, en ce moment aux Canaries, a écrit récemment qu'il pencherait à croire, d'après des données qu'il produira à son retour, que cette ancienne race aurait été blonde.

M. Chil y Naranjo dit qu'à Cuba, trois races européennes réussissent seulement, les Catalans qui demeurent négociants, les Basques et les Canariens qui sont parfaitement acclimatés et se livrent sans danger à l'agriculture sous le climat terrible des Antilles. Il en est de même dans l'Amérique du Sud, où les Canariens ont particulièrement prospéré, car ils résistent victorieusement aux épidémies. M. Chil cite un certain nombre d'individus d'origine canarienne qui ont joué un grand rôle politique dans les républiques hispano-américaines.

M. Topinard tient à faire ses réserves à l'endroit de l'opinion attribuée à M. Verneau sur la chevelure de la race de Cro-Magnon.

M. Bertillon est moins optimiste que les précédents orateurs à l'endroit de l'acclimatement des Européens en Algérie. Toutefois, la statistique algérienne est si défectueuse qu'il est encore impossible d'en tirer des arguments pour ou contre l'acclimatement. M. Ricoux (de Philippeville), qui a fait des travaux sérieux sur sa ville natale, a constaté cependant que les Français s'y acclimataient, mais que les Italiens, les Maltais et les Espagnols y prospéraient.

M. G. Lagneau. — Outre les intéressantes recherches statistiques relatives à Philippeville de M. Ricoux, citées par M. Bertillon, les recherches statistiques de M. Vallin, relatives à l'ensemble de l'Algérie, bien que reposant sur des documents officiels, qui, ainsi que l'observait notre Président, sont loin d'être parfaits, montrent que les Européens s'y acclimatent de mieux en mieux. Pour la plupart, la natalité excède la mortalité. Les familles de descendants d'Européens, nés en Algérie, sont surtout très-prospères. Les Maltais, les Espagnols et les Français du littoral méditerranéen y vivent et s'y perpétuent parfaitement. Toutefois, les Allemands, les Européens de race germanique septentrionale sembleraient encore éprouver de grandes difficultés à s'y créer des familles, à moins qu'ils ne s'unissent à des femmes espagnoles, ou à des femmes du midi de l'Europe.

Il y a longtemps, quelques années après l'occupation française de l'Algérie, tout en étant frappé, ainsi que Boudin de la difficulté qu'alors les Européens avaient à s'acclimater dans le nord-ouest de l'Afrique, M. N.-J. Périer, avait remarqué que nos compatriotes des départements méridionaux résistaient mieux que les autres aux mauvaises conditions telluriques et climatériques de l'Algérie; aussi demandait-il qu'on n'y envoyât que des troupes entièrement recrutées dans ces départements (2). En effet, le recrutement de nos régiments

(1) René Ricoux : Contribution à l'étude de l'acclimatement en l'Algérie, 1874. — E. Vallin : Mouvement de la population européenne en Algérie : *Annales d'hygiène et de méd. lég.*, mai 1876, 2e série, t. XLV, p. 409-446.

(2) Périer : De l'acclimatement en Algérie : *Annales d'hygiène et de méd. lég.*, 1845, t. XXXIII, 334, et tirage à part, p. 36. — *De l'Hygiène en Algérie*, t. I, ch. II, art. 1, § 5, p. 98 et art. 2, p. 112 dans *Exploration scientifique de l'Algérie pendant les année 1840-1842*, Paris, 1847.

par régions territoriales, au point de vue de la santé des soldats, pourrait avoir d'heureux résultats.

M. DE PIETRA SANTA croit que, comme il l'a démontré depuis longtemps (1860), comme les études nouvelles l'ont constaté d'une manière scientifique, il est permis de formuler les conclusions suivantes :

1° L'acclimatement de l'Européen en Algérie est un fait réel, incontestable;

2° Cet acclimatement se fera dans des conditions d'autant plus favorables, que l'immigré et le colon voudront s'astreindre aux règles salutaires édictées par l'hygiène privée et l'hygiène publique ;

3° Les idées de fusion de sang français et de sang arabe (Kabyles-Arabes-Maures, Kolouglis), les velléités d'empire arabe, ne sont que de malheureuses utopies ;

4° Les seuls croisements à favoriser, parce qu'ils sont plus faciles, plus immédiats, plus susceptibles de fournir dans un avenir prochain une race française acclimatée, sont ceux qui auront pour facteurs des rameaux de la race latine du bassin méditerranéen et plus spécialement des Provençaux, des Corses, des Languedociens, des Maltais, des Espagnols, etc.;

5° Ainsi constituée, cette race franco-algérienne, fille de la France, sœur des autres puissances latines, leur donnant la main, formera un faisceau complet et deviendra le meilleur boulevard contre les envahissements du flot montant du germanisme !

M. BERCHON fait remarquer que, contrairement à ce qui a été dit, les Basques aujourd'hui ne quittent plus leur pays sans esprit de retour. Ils y reviennent au contraire le plus souvent.

M. Gabriel de MORTILLET

Attaché au Musée des Antiquités nationales à Saint-Germain-en-Laye

LA DESCENDANCE DE L'HOMME

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 26 août 1878* —

M. DE MORTILLET établit qu'il n'y a que deux théories possibles : celle du créationisme et celle du transformisme. Jamais nous n'avons vu un être supérieur paraître spontanément, sans parents; au contraire, nous voyons tous les jours des êtres se modifier, se transformer. Plusieurs industries même sont basées sur ce fait : l'horticulture et la zootechnie, par exemple. C'est donc la théorie transformiste qui paraît la seule vraie, la seule acceptable.

Dans ces données, l'homme, qui est à la tête de l'échelle animale, doit procéder d'un animal très-supérieur aussi. C'est, sans contredit, un singe, et un singe anthropoïde. Mais comme aucun des singes anthropoïdes actuels ne peut

être notre ancêtre, ce doit être un singe d'espèce et même de genre éteints. Les études préhistoriques démontrent, du reste, que dans les époques tertiaires les plus voisines de nous, il a existé des êtres assez intelligents pour allumer du feu et tailler du silex. Ce n'était pas encore l'homme, ou tout au moins c'était une autre espèce d'homme très-distincte des hommes actuels ; les lois de la paléontologie le démontrent. Pourtant c'était un être bien plus intelligent que tous les singes de nos jours ; on peut l'appeler *Anthropopythecus*. (La communication de M. de Mortillet a été publiée dans *la Science politique* du profess. Acollas, mars 1879, p. 205).

DISCUSSION

M. Hovelacque appuie la communication précédente et dit que ce ne sont pas des raisons de sentiment qui le guident, mais des raisons anatomiques. Il faut faire disparaître les équivoques. Il est vrai de dire que nous ne descendons pas d'un des singes actuels. L'être duquel nous descendons serait certainement aujourd'hui classé parmi les singes. Seulement, ce n'est pas parmi les anthropoïdes actuels qu'il faut chercher notre ancêtre. Il cite plusieurs caractères des anthropoïdes, tels que le regard plus droit, que l'homme aurait certainement conservés si ces caractères avaient été acquis avant sa séparation de la branche simienne.

M. Bordier rappelle qu'il a signalé, il y a déjà quelque temps, la pression atmosphérique comme un des principaux agents de la transformation des espèces. Ainsi, à la pression de trois atmosphères, on éprouve une véritable gêne pour articuler des sons. On en doit conclure que tant que la pression a été assez forte pour nécessiter un effort violent de la part d'*organes articulants*, le langage *articulé* n'a pas été possible. Les mollusques, les poissons, les reptiles, animaux qui nous amènent jusqu'à la période jurassique, sont sinon aphones, du moins peu bruyants, tandis que dans la période jurassique jusqu'à nos jours, les *animaux phonateurs* dominent. Lorsque les grands sauriens étaient les rois de la création, ils étaient à sang chaud, ils avaient le sang rutilant par suite de l'existence dans l'atmosphère d'une plus grande quantité d'oxygène et d'une pression plus grande. La diminution de pression, en en faisant des animaux à sang froid, les a frappés de déchéance. L'évolution des êtres s'est effectuée selon l'ordre de décroissance de la pression atmosphérique.

M. le Dr Delaunay. — La sociologie démontre l'existence de la transformation. Un groupe ne peut, en effet, se tranformer sans que les individus qui le composent se transforment eux-mêmes. Or nos sociétés se développent et se transforment. On ne conteste pas cela. On ne peut donc éviter d'admettre que les individus qui les composent ont suivi un mouvement de transformation.

M. l'abbé Richard. — Permettez-moi, messieurs, de faire observer que les conclusions de M. de Mortillet tendant à prouver que l'homme descend du singe reposent entièrement sur des hypothèses.

1° De ce que l'homme est relié à la chaîne des animaux, comme M. de Mortillet le démontre si savamment, il ne s'en suit pas du tout que nous

ayions les mêmes ancêtres que les singes. Le cerveau de l'homme peut ressembler et ressemble en effet à celui du singe ; il ressemble aussi à celui de l'ours. Mais cette ressemblance n'est que matérielle : ce qui établit la différence essentielle entre l'homme et les animaux, c'est la *raison* et l'*intelligence*.

2° On a trouvé à Thenay des silex que les uns, en petit nombre, regardent comme taillés *intentionnellement*, d'autres les regardent comme taillés *accidentellement*. Le fait est contesté. Or M. de Mortillet part de ce fait contesté pour dire qu'il y a eu entre l'homme et le singe un intermédiaire, un anthropomorphe qu'il appelle le *précurseur* de l'homme. Ne vous semble-t-il pas, messieurs que, pour tirer une conclusion aussi grave, il nous faudrait d'autres documents qui nous manquent absolument. Ce n'est donc qu'une supposition dénuée de preuves qui nous est faite par MM. de Mortillet et Hovelacque.

M. Hovelacque prie l'orateur de s'enquérir des résultats de l'embryologie qui démontrent d'une façon évidente la transformation.

M. de Mortillet rappelle que le fait de Thenay, signalé par l'abbé Bourgeois, n'est pas isolé. Il est confirmé par des découvertes de M. Rames, dans le Cantal, et de M. Ribeiro, en Portugal.

M. PARROT

Professeur à la Faculté de médecine, Membre de l'Académie de médecine

DÉFORMATIONS ET PERFORATION DU CRANE

— *Séance du 26 août 1878.* —

M. LUSCHAN

Membre de la Société d'Anthropologie de Vienne

LA BRACHYCÉPHALIE DANS SES RAPPORTS AVEC LA CIVILISATION

— *Séance du 26 août 1878.* —

On vous a beaucoup parlé, ces jours derniers, des races brachy et dolichocéphales et, j'en suis sûr, chacun de vous s'est souvent demandé, pendant ces discussions aussi savantes qu'intéressantes, quelles transformations subirait le crâne d'une race qui se conserverait pure pendant des siècles entiers.

Eh bien, d'abord, c'est un fait indubitable, que ces crânes subissent des transformations : c'est une simple conséquence de la variation de l'espèce, du transformisme de Lamark.

Mais de quelle nature sont-elles, ces variations ? Les recherches de M. Broca, dont M. Le Bon nous a rappelé quelques résultats ces jours derniers font voir que l'une de ces altérations consiste dans l'agrandissement constant de la différence du volume entre les crânes des divers hommes et entre les crânes d'hommes et de femmes.

M. Virchow a cherché, il y a trois ans, à nous donner une seconde solution de cette question, en disant que les races dolichocéphales peuvent, par la seule culture, devenir brachycéphales. On a vivement combattu cette prétention, et pour la défendre, j'ai fait des recherches dans une vingtaine des grands ossuaires des provinces allemandes de l'Autriche.

Nous y possédons un grand nombre d'ossuaires, dont non-seulement l'ancienneté est bien connue, et qui remontent jusqu'au XVI et même jusqu'au XV[e] siècle, mais dont les crânes sont rangés et superposés tellement, qu'on peut distinguer d'une manière absolument scientifique, les crânes de toutes les époques, des temps les plus reculés jusqu'aux crânes de nos jours.

J'ai à ce point de vue étudié plus de cinq mille crânes, mais les résultats de ces recherches, dont les détails seront bientôt à la disposition des savants, m'ont beaucoup frappé.

Ainsi je pouvais, par exemple, constater dans un grand ossuaire à Mödling, en Basse-Autriche, qu'au XV[e] siècle, les crânes étaient d'un type très-pur et très-dolichocéphales avec un index moyen de 68. Or, la population actuelle de ce village est brachycéphale avec un index moyen de plus de 80.

J'ai obtenu des résultats analogues dans un grand nombre des ossuaires en Basse et Haute-Autriche, en Carinthie et en Salzbourg.

Au contraire, dans d'autres ossuaires, dont je vous citerai comme type celui de Saint-Peter im Holz, près Spital, en Carinthie, j'ai trouvé dolichocéphales *tous* les crânes, ceux du XVI[e] siècle comme ceux de nos jours.

Or, la population de Saint-Peter im Holz a les mêmes écoles, la même langue, les mêmes lois, enfin le même degré de culture que celle de Mödling ; il est donc difficile de dire qu'à Mödling les crânes sont devenus brachycéphales par la culture, et qu'ils sont, par la même culture, restés dolichocéphales à Saint-Peter.

Il faut donc que ce soit une autre cause qui ait fait que la brachycéphalie est si dominante en plusieurs parties des provinces allemandes d'Autriche.

Et rien n'est plus clair, car partout où nous trouvons des crânes brachycéphales dans nos provinces allemandes, nous trouvons dans les registres de l'état civil des noms slaves et pouvons partout constater ou par l'histoire même ou par les registres, une immigration slave plus ou moins abondante pendant le XVIe siècle.

Je n'ai pas eu encore l'occasion d'étudier beaucoup d'ossuaires dans l'Allemagne proprement dite, mais quelques-uns de la Bavière que je connais très-bien m'ont fourni les mêmes résultats.

En résumé, il est évident, qu'en Autriche, la brachycéphalie n'est pas produite par la culture, mais par les slaves; quant à la Prusse, je n'en sais rien, mais selon ce qui précède il me semble peu possible que les Prussiens aient acquis leur brachycéphalie si éminente par la culture et la civilisation.

M. le Dr BERCHON

Médecin principal de 1re classe de la mairie, Directeur du service sanitaire de la Gironde

UNE HABITATION PRÉHISTORIQUE DE LA GIRONDE

— Séance du 26 août 1878. —

M. le Dr RAFAILLAC

Médecin en chef de l'hospice de Margaux (Gironde)

QUELQUES MENSURATIONS DE CRANES AU MÉDOC (GIRONDE)

— Séance du 26 août 1878. —

La partie du département de la Gironde connue sous le nom de Médoc présente quelques particularités au point de vue anthropologique, qui peuvent intéresser la section ; c'est ce qui m'a décidé à lui communiquer les notes suivantes, demandant l'indulgence pour leur peu de valeur. J'ai pu mesurer 89 têtes différentes sur le vivant. Sur ce nombre 55 Médocains purs, c'est-à-dire sur lesquels, en remontant par la tradition aussi loin que possible, on ne constatait le mélange d'au-

cun individu venu d'ailleurs. 10 Médocains croisés, c'est-à-dire, dont un ascendant en première, seconde ou troisième génération était étranger à la localité. 10 Landais, j'entends par Landais les habitants du territoire commençant au nord, au bassin d'Arcachon, et allant jusque près de Bayonne. Enfin, 14 divers, soit Français ou croisés créoles. Dans ce nombre sont compris les Girondins.

La moyenne de l'indice céphalique des 55 Médocains purs est de 79,60. Sur ce nombre, j'ai noté 43 fois les cheveux noirs ou bruns, 10 fois les cheveux blonds et 2 fois les cheveux rouges.

28 fois les yeux noirs ou bruns, 27 fois blonds ou clairs.

Sur 10 Médocains croisés la moyenne de l'indice céphalique a été de 81,47. La couleur noire ou brune des cheveux, 10 fois. Les yeux noirs 7 fois et les yeux bleus 3 fois.

Sur 10 Landais, la moyenne de l'indice céphalique a été de 83,18. La couleur des cheveux, noire 10 fois. Les yeux noirs ou bruns 9 fois et bleus 1 fois.

Sur les 14 divers, la moyenne de l'indice céphalique a été de 82,47. La couleur des cheveux, noire, 13 fois, rouge, 1 fois. Les yeux noirs ou bruns, 8 fois, bleus ou clairs, 6 fois.

Au point de vue de la langue, il existe une différence notable entre le dialecte qui est parlé depuis Bordeaux jusqu'à Macau, celui parlé depuis Labarde jusqu'après Pauillac, et enfin celui parlé dans le bas Médoc depuis Lesparre jusqu'à Verdon.

De Bordeaux à Macau, le patois est tout à fait un français corrompu. Toutes les lettres se prononcent et il est assez facilement compris.

Le second qui se parle depuis Labarde a cette particularité que tous les F se changent en un H aspirée. Ainsi pour dire le four, le foin, la farine, etc., ils disent lou hour, lou hen, la harine, etc. Les diphtongues se rencontrent très-souvent et on remarque beaucoup d'onomatopées, ainsi gita un bramm, pousser un grand cri, un gisklet, un cri aigu. Il serait possible de multiplier les citations qui ne feraient qu'allonger une communication trop peu importante pour prendre le temps que réclament d'autres travaux.

Dans le bas Médoc, on remarque une prononciation qui ressemble à celle du dialecte périgourdin ; ainsi le *j* et le *g* devant *e* et *i* se prononcent *dz*, on dit boundzour berdzeyre, bonjour bergère ; on dit *you* pour dire je, moi ; aussi les habitants du haut Médoc les désignent sous le nom de *you* ou *yoï*. Les onomatopées abondent aussi dans ce dialecte, ainsi on dit d'un enfant qui a déchiré ses vêtements « s'a spargat ».

Je joins à ces quelques mots, le tableau des mensurations que j'ai faites sur les 89 sujets pour ceux que ces détails pourraient intéresser.

TABLEAU DE QUELQUES MENSURATIONS AU MÉDOC

SEXE	CHEVEUX	YEUX	LIEU DE NAISSANCE	DIAMÈTRE antéro-postérieur	DIAMÈTRE transverse	INDICE
Homme	Bruns	Fauves	Landes	18.60	15.10	81 18
Femme	Noirs	—	—	16.40	14.60	89 »
Homme	—	Bleus foncés	Poitou	19.00	15.60	82.10
—	—	Bruns	Médoc	18.25	15.40	84.38
—	Blonds	Bleus	—	18.40	15.00	81.52
—	—	—	—	19.40	15.00	77.32
—	Chatains	—	—	19.00	15.20	80 »
—	—	Bruns	—	18.20	15.00	82 41
—	Bruns	Bleus	—	19.40	15.60	80.41
—	Noirs	Gris bleus	—	21.00	15 20	72.38
—	Bruns	Fauves	Landes	19.20	14.80	77.08
— 15 ans	—	—	—	16.50	14.90	90.30
Femme	—	—	—	17.50	14.50	82.85
—	Chatains	Bruns	Médoc *	17.50	14.10	80.57
Homme	Bruns	—	Médoc	19.00	14.50	76.31
—	Chatains	Bleus	Créole et Gir. *	19.20	14.80	77.00
Femme	Bruns	Bruns	Médoc *	18.10	14.40	79.55
Homme	—	—	Médoc *	18.40	14.60	79.34
—	—	Bleus	Médoc	19.80	15.00	75.75
—	—	Gris	—	20.00	15.60	78 »
—	—	Bleus	—	19.00	15.40	81.15
—	—	Bruns	—	19.00	15.40	81.15
—	—	—	Front. de l'Est	18.60	15.60	83.87
—	—	—	Médoc	19.40	15.20	78.86
Femme	—	Verts	Provence	17.40	14.40	82.75
Homme	—	Bruns	Périgord	18.90	14.50	76.71
—	Chatains	Verts	Médoc	19.20	15.40	80.20
Femme	Blonds	Bruns	—	18.00	14.40	80 »
—	Rouges	Chatain clair	—	17.20	14.00	81.39
Homme	Noirs	Chatains	—	18.50	14.80	80 »
—	—	Bleus	Médoc *	19.20	15.40	80.20
—	Chatains	Verts	Médoc	18.60	14.10	75.80
—	Noirs	Bleus	—	18.40	14.20	77.17
—	—	Bruns	Médoc *	18.00	14.40	80 »
Femme	Chatains	Bleus	Gironde	18.70	14.00	74.85
Homme	—	Bleus	Médoc	19.40	15.50	79.89
—	Blonds	—	—	19.00	15.00	78.94
—	Rouges	Bruns	—	19.50	15.50	79.40
Femme	Chatains	—	—	18.20	14.40	79.12
Homme	—	Bleus	—	18.40	15.40	83.69
—	Rouges	Bruns	Gironde	18.40	16.20	88.04
Femme	Noirs	—	Auvergne	17.00	14.60	85.88
Homme	—	Bleus	Landes	18.50	15.00	81.08
—	Bruns	—	—	18.50	15.00	81.08
—	Blonds	—	Médoc	17.60	15.40	87.47
—	Chatins	Bruns	—	18.50	15.20	82.16
—	Noirs	Bleus	Médoc *	17.40	15.20	87.35

TABLEAU DE QUELQUES MENSURATIONS AU MÉDOC. *(Suite).*

SEXE	CHEVEUX	YEUX	LIEU DE NAISSANCE	DIAMÈTRE antéro-postérieur	DIAMÈTRE transverse	INDICE
Homme	Noirs	Bruns	Médoc	20.40	15.40	75.49
—	Chatains	Verts	—	18.50	14.60	78.91
—	Noirs	Bruns	—	19.40	15.00	77.31
Femme	Blonds	Bleus	—	16.40	14.50	88.41
Homme	Bruns	Bruns	—	19.40	15.00	77.31
Femme	—	—	—	17.00	14.40	84.70
—	Blonds	Bleus	—	18.00	14.00	77.77
Homme	Noirs	Gris	—	17.00	15.20	89.41
—		Gris verts	—	18.40	15.60	84.78
—	—	Bleus	—	17.20	14.00	81.39
—	—	Bruns	—	16.60	14.40	77.41
—	—	Bleus	—	18.20	14.20	76.34
—	—	Bruns	—	18.20	14.20	76.34
—	—	—	—	18.00	15.00	83.33
—	Chatains	—	Landes	18.20	15.00	83.51
—	—	—	Médoc	19.40	14.40	74.22
—	—	—	—	19.40	15.30	78.86
—	—	Gris verts	—	18.10	14.60	80.65
—	Noirs	—	—	19.40	14.60	75.25
—		Bruns	—	19.00	15.00	78.94
—	Bruns	—	Médoc *	18.20	16.00	87.91
—	—	—	Médoc	19.00	16.00	84.21
—	—	—	Lot	19.00	15.00	78.94
—	—	Gris bleus	Médoc *	18.80	14.40	76.59
—	—	Bruns	Médoc	19.00	14.60	76.84
	Noirs	—	—	19.40	15.40	79.38
—	—	Noirs	Gir. et Créole	17.60	15.20	86.36
—	—	—	Landes	19.00	15.60	82.10
—	—	—	Gers	182.00	15.40	84.61
—	—	Bruns	Médoc *	18.60	15.60	83.87
—	—	—	Médoc	19.20	16.20	84.37
—	Bruns	—	—	18.00	15.00	83.33
—	Blonds	Bleus	—	18.40	15.00	81.52
—	—	—	—	18.00	15.20	84.47
—	Noirs	Bruns	Médoc *	19.40	15.40	79.38
—	Bruns	—	Médoc	18.00	14.60	81.11
—	—	—	—	19.00	15.20	80 »
—	Noirs	Bleus	—	18.40	14.00	76.08
—	—	—	Saintonge	18.00	14.60	81.11
—	Chatains	—	Landes	18.40	15.40	83.69
—	Noirs	Noirs	Loire	18.20	16.20	89.01
—	—	Bleus	Gironde *	18.00	15.00	83.33

M. le Dr François POMMEROL
de Gerzat (Puy-de-Dome)

LES HABITATIONS EN PIERRES SÈCHES DE VILLARS ET DE CHIGNOR (PUY-DE-DOME)

(EXTRAIT)

— *Séance du 26 août 1878.* —

A la réunion de l'Association française à Clermont-Ferrand, en 1876, M. Pommerol, sous le nom de cités mégalithiques, et M. P. P. Mathieu, sous celui de cités vulcaniennes, ont fait connaître des ruines d'anciens villages construits en pierres sèches, qui se rencontrent sur divers points du département du Puy-de-Dôme. Il s'agissait de reconnaître à quelle époque se rapportaient ces ruines. Les deux auteurs étaient disposés à leur accorder une haute antiquité. Pourtant les fouilles qu'ils avaient pratiquées dans certaines parties de ces villages leur avaient fait trouver du fer. Dans la discussion, M. de Mortillet établit, par diverses considérations archéologiques, que ces villages étaient des refuges pour les temps de guerre et que, très-probablement, ils ne remontaient pas plus haut que les époques d'invasion de la fin de l'occupation romaine et du commencement de l'époque mérovingienne.

Au point de vue ethnographique il était très-important de bien fixer la date de ces villages refuges. L'Association mit donc à la disposition de M. le Dr Pommerol quelques fonds pour faire des fouilles. M. Pommerol rendit compte de ces premières recherches à la réunion du Havre, en 1877. Elles paraissaient confirmer l'opinion de M. de Mortillet. Pour qu'il ne restât pas de doutes, l'Association mit une nouvelle somme à la disposition de M. Pommerol. C'est le résultat de ces recherches nouvelles que le Dr Pommerol a fait connaître à la réunion de Paris. Elles ont porté sur le groupe d'anciennes habitations de Villars et sur celui de Chignor.

Les habitations en pierres sèches de Villars se trouvent sur une coulée de lave dans laquelle elles sont comme incrustées. Les entrées sont de longs couloirs, étroits, coudés ou obliques, aussi les paysans actuels appellent ces habitations en ruines des *caches*. Elles devaient, en effet, servir à cacher leurs habitants. Elles furent certainement construites dans un but de protection contre des gens de guerre et de rapines. Elles sont analogues aux souterrains-refuges si nombreux en Auvergne et dans le reste de la France. On a dû les construire à l'époque des invasions barbares, quand les habitants des villes et des campagnes fuyaient devant le massacre et l'incendie. Elles furent aussi habitées, au commencement du moyen-âge, aux temps où les luttes de la féodalité semaient la ruine et la désolation dans les campagnes.

Pour preuve de leur rapport avec l'invasion des barbares, M. Pommerol cite les foyers de ces habitations, qui contiennent fréquemment, comme côtés ou comme dallage, des fragments de tuiles à rebords.

Les autres objets découverts au Villars sont : divers débris de fer, entre

autres deux fragments de fer de cheval ou d'âne; deux pesons de fuseau, rondelles percées au centre taillées dans des tessons de poterie; des fragments fort nombreux de vases en terre cuite dont un seul avec vernis rougeâtre. Tous les vases sont faits au tour; il en est qui sont munis de bec d'écoulement. L'ornementation est fort simple; quelquefois elle se compose d'une série linéaire de petites dépressions triangulaires.

A Chignor, 4 kilomètres N.-E. de Vallon-Ville, les habitations, au lieu d'être groupées comme au Villars, à Saint-Nectaire et aux Chazaloux, sont plus ou moins disséminées et protégées par des murs ou enceintes en pierres sèches. Cette station a été découverte et fouillée par M. Planat. M. Pommerol l'a également explorée. Parmi les objets trouvés on peut citer une de ces fibules en bronze à deux crochets, percée d'un trou au centre, que l'on considère généralement comme mérovingiennes; une plaque discoïde en bronze, ornée en relief d'un côté, qui paraît beaucoup plus récente; des pointes de traits quadrangulaires et un carreau ou vireton d'arbalète en fer; une perle cotelée en pâte de verre émaillée bleu à la surface. Les poteries de Chignor sont semblables à celles de Villars. Les fragments vernissés sont très-rares. On rencontre de nombreux débris de tuiles larges cylindriques, avec bouton d'arrêt. Ces tuiles, le vireton d'arbalète et une monnaie d'argent avec l'image de la vierge, prouvent que le refuge de Chignor s'est continué jusqu'à une époque peu reculée.

Les conclusions de M. le Dr Pommerol sont : « Villards et Chignor sont des refuges dissimulés et fortifiés qui paraissent avoir protégé une population agricole et pastorale, durant les grandes invasions qui ont commencé à l'époque barbare et ont pris fin aux premiers temps du moyen-âge. Ainsi se trouve démontrée l'opinion qu'avait émise M. de Mortillet au Congrès de Clermont-Ferrand. »

M. E. CARTAILHAC

Directeur des Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme.

QUARTZITES DU TYPE DE SAINT-ACHEUL A TOULOUSE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 26 août 1878.* —

L'auteur rappelle les diverses notes publiées sur ces pierres taillées des environs de Toulouse (1), et les raisons qui permettent de les assimiler aux silex de Saint-Acheul. Il dit que les découvertes se sont multipliées et per-

(1) Voir principalement : CARTAILHAC : *Les plus anciennes œuvres de l'homme aux environs de Toulouse*]; Bul. de la Soc. d'hist. nat. de Toulouse, 1877, p. 80 à 97, et 1879, fasc. 1er.

mettent d'affirmer que l'on ne connaît encore qu'une faible partie des gisements; mais ceux-ci sont dans de telles conditions qu'il faut bien les examiner pour se convaincre de leur âge quaternaire. Il s'est confirmé que ces quartzites occupent le long des anciennes berges des ruisseaux une ligne régulière et qu'ils sont groupés comme sur l'emplacement de stations isolées. Ils ne sont pas, en effet, roulés, et ceux qui sont érodés ou polis, dont les arêtes sont fortement émoussées, doivent cet aspect aux actions chimiques et physiques du sol. M. Cartailhac fait passer de très-beaux spécimens des différents types de ces outils ou de ces armes qui font partie de sa collection. Il termine en appelant l'attention sur la hauteur à laquelle, dans toutes les parties de la France, on cesse de trouver les pierres taillées les plus anciennes de l'époque quaternaire. Il a toutes raisons de croire que ce niveau est très-bas, 200 à 250 mètres au-dessus de la mer en moyenne; fait dont on comprend l'importance s'il était définitivement établi.

M. l'Abbé RICHARD

EXCAVATION CONTENANT DES OBJETS EN FER, ACIER, BRONZE ET UNE AMPHORE.

— Séance du 27 août 1878. —

M. le Dr Gaëtan DELAUNAY

LE DESSIN DANS L'ANTHROPOLOGIE

(EXTRAIT)

— Séance du 27 août 1878. —

Il résulte des observations personnelles de l'auteur et d'une enquête qu'il a faite auprès de professeurs de dessin, de peintres, etc., qu'une personne dessinant d'inspiration exécute toujours la même tête, toutes les fois qu'elle ne copie pas un modèle. Nos caricaturistes actuels, par exemple, font toujours, Baric le même paysan, Bertall le même bourgeois, Grévin la même femme, etc. Chaque dessinateur a adopté un certain type qu'il reproduit dans toutes ses compositions. De même, si l'on considère les tableaux de nos peintres, on voit entre tous les personnages une ressemblance due, non à ce qu'ils sont la reproduction du même modèle, mais à ce que les auteurs, suivant l'inspira-

tion habituelle de leur crayon, ont donné la même figure à tous leurs sujets.

Mais ce n'est pas tout: il existe une ressemblance certaine entre le dessin et le dessinateur, que l'on considère l'ensemble du dessin ou ses diverses parties. Les peintres composent des personnages grands ou petits, suivant qu'ils sont eux-mêmes grands ou petits. De même, un sculpteur bien musclé modèlera des sujets vigoureux comme lui. Le caricaturiste Gill, qui est taillé en hercule, donne à ses figures allégoriques, à la République, par exemple, des formes herculéennes.

La ressemblance se poursuit dans les diverses parties du corps. Raphaël, qui s'est complu à peindre des vierges, avait une tête virginale. Michel-Ange, au contraire, qui avait une tête plus virile, a mis plus de virilité dans ses créations. L'observation et l'expérimentation démontrent qu'un individu dessinant un profil d'après sa seule inspiration, représente constamment son propre profil ou un profil très-approchant du sien. Un Alsacien qui ne savait pas dessiner a fait devant M. Delaunay une tête dont la partie postérieure était représentée par un angle droit. Un individu dessine des cheveux droits ou frisés, suivant qu'il a lui-même les cheveux droits ou frisés. Gill donne à ses personnages des sourcils en accent circonflexe exactement semblables aux siens. Un dessinateur imberbe ne fera jamais de barbe à ses figures. S'il a le nez aquilin, il fera toujours des nez aquilins. M. Delaunay présente une série de têtes variées ressemblant toutes à leurs auteurs.

Chose remarquable, la même conclusion s'applique au dessin d'imitation. Dans une classe de dessin, quand cent élèves dessinent la même tête, chacun fait une tête différant de celle de son voisin et rappelant toujours plus ou moins ses propres traits. Les professeurs de dessin reconnaissent à la seule inspection du dessin d'un élève que son visage est rond, carré, ovale, etc. « Chacun fait dans son genre », comme on dit dans les ateliers. « Quand je fais un portrait, disait le Titien, je fais d'abord le mien, ensuite celui d'autrui. »

La même vérité est applicable aux sculpteurs et même aux couturières qui font les robes trop larges ou trop étroites, suivant qu'elles sont elles-mêmes grosses ou minces, et l'on peut poser en principe qu'une femme bien faite ne sera bien habillée que par une couturière bien faite.

L'habitude, l'automatisme expliquent pourquoi un individu fait toujours le même dessin, mais n'expliquent pas pourquoi il fait son portrait. Dans l'état actuel de la science, le fait signalé par M. Delaunay est inexplicable.

Ce fait peut fournir des applications à l'anthropologie préhistorique. Le squelette ne peut donner une idée même approximative des traits caractéristiques de la race. C'est ainsi que les vétérinaires n'ont pas encore pu trouver de différences ostéologiques entre l'âne et le cheval, qui cependant diffèrent tant l'un de l'autre au point de vue de l'aspect extérieur. Mais, s'il est vrai qu'il existe une ressemblance certaine entre le dessin et le dessinateur, nous pouvons nous représenter les hommes de l'âge de pierre sous les traits des personnages qu'ils ont gravés sur leurs instruments et objets d'art. Ces hommes avaient-ils autant de cheveux et de barbe que nous? Leurs cheveux étaient-ils droits ou

frisés? Ces questions et bien d'autres, que l'on considère comme insolubles, peuvent être résolues, suivant M. Delaunay, par la seule inspection des dessins produits par l'art préhistorique.

DISCUSSION

M. TOPINARD dit qu'il y a sans doute de grandes exagérations dans les théories de M. Delaunay, mais que le fond est vrai, très vrai. Non-seulement on dessine, mais on décrit les choses comme on les sent. Les observateurs les plus exacts ont certains coups de crayon qui font de leurs dessins une œuvre personnelle. M. Régamey, par exemple, a fait d'excellents portraits chinois, mais on ne peut douter qu'un autre observateur visitant le même pays aurait fait les mêmes portraits d'une manière un peu différente. C'est pour remédier aux inconvénients de ces variations qui prennent leur source dans la variété des sentiments personnels, que les photographies sont devenues nécessaires. C'est de là que sont nées nos méthodes en anthropologie.

Nous ne nous fions plus aux appréciations personnelles. En craniométrie en particulier l'œil nous trompe, les chiffres seuls, les mesures rigoureuses ne nous trompent point.

M. HOVELACQUE rappelle l'analogie des dessins préhistoriques avec ceux sur roches faits par les Boschimens. Ces derniers ont très-bien reproduit leurs caractères ethniques et en particulier la stéatopygie.

M. CARTAILHAC. — Il y a très-peu de représentations humaines préhistoriques et elles sont presque toutes inférieures aux grossières figures que nos gamins font sur les murs.

M. BORDIER. — Les Boshimens ont très-bien reproduit les traits des animaux, tels que les antilopes, mais les dessins qu'ils ont faits d'eux-mêmes sont moins bien réussis.

De même à la Madelaine, on trouve de très-bons dessins d'animaux, mais de mauvaises représentations de l'homme. L'homme, en réalité, s'était observé et se connaissait très-peu lui-même.

M. ZABOROWSKI

L'AGE DE PIERRE EN CHINE ET L'ORIGINE CHINOISE DE L'USAGE DE LA CRÉMATION DES CADAVRES

(EXT IT)

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. Stanislas Julien a publié quelques courtes notes sur l'âge de la pierre en Chine dans les comptes rendus de l'Académie des sciences (T. LXIII, p. 281) et M. Cartailhac les a reproduites dans ses Matériaux. Il en résulterait que

le souvenir de l'âge de la pierre en Chine aurait subsisté jusqu'à une époque peu antérieure à notre ère. Les documents que j'apporte diffèrent un peu sur ce point.

Dès les premiers temps de l'histoire, l'âge de pierre n'existait plus en Chine qu'à l'état de souvenir et même de souvenir entouré de superstitions. Les historiens, toutefois, racontent bien que *Chin-noung* (2737 ans av. J.-C.) et *Hoang-ti* (2697 av. J.-C.) auraient encore fait usage de la pierre pour la fabrication de leurs armes (1). Mais déjà sous le dernier de ces princes, le rebelle *Tchi-Yeou*, du pays de *Kiou-li*, se servait d'armes en métal. On lit dans le *Chou-King* que du temps d'Yü, c'est-à-dire 2200 ans avant notre ère, les sauvages près des fleuves *Ho* et *Kiang* apportaient en tribut du *fer*, de l'*argent*, de l'*acier* et des *têtes de flèche en pierre*. Ces dernières étaient donc déjà des objets rares et précieux.

L'anecdote suivante, que M. Cartailhac a déjà reproduite sous une forme un peu différente, montre bien qu'il devait en être ainsi.

En 495 avant notre ère, Confucius étant à la cour de *Tchin*, un oiseau tomba percé d'une de ces flèches en pierre sur la terrasse et aux pieds du roi. Celui-ci, étonné devant cette arme, interrogea Confucius. Le philosophe répondit qu'elle était semblable à celle dont *Wou-wang* avait fait cadeau au prince en faveur duquel il avait érigé en royaume le pays de *Tchin*, *comme signe distinctif de la royauté*. Le roi ayant alors cherché parmi les reliques précieuses de ses ancêtres trouva, en effet, une pointe de flèche en pierre.

De tous temps le jade, avec lequel on fabriquait autrefois des armes, des outils et des objets d'ornement, a été la matière des plus précieuses amulettes des Chinois, et les croyances superstitieuses qui s'y rattachent ont pris et conservé un caractère très-positif. Pendant son règne, l'empereur *Sou-Tsoung* 756-762 de notre ère) reçut en cadeau d'un prêtre boudhiste nommé *Ni-tchin-jon* huit espèces de choses précieuses, que ce prêtre prétendait avoir reçu du souverain des cieux pour les transmettre à l'empereur. Le sixième de ces objets précieux portait le nom de : « *Pierres du Dieu du tonnerre* » (Loui-Koung-chi). C'étaient deux morceaux de néphrite verte, ayant la forme d'une hache polie, d'environ quatre pouces de long et de plus d'un pouce de large.

On lit dans l'histoire de *King-tcheou* que l'on trouva dans l'arrondissement de *Sin-ho* un bloc de granit sur lequel sont des traces de polissure de couteaux et de haches ; le peuple l'appelle *la meule dormante du Dieu du tonnerre*.

Il est un genre de preuves moins directes de l'ancienneté de l'âge de pierre de la Chine. C'est surtout la grande ancienneté de sa civilisation. Le monument historique le plus ancien et le plus exact, le *Chou-King* de Confucius, nous apprend comme nous venons de le voir que 2200 ans avant notre ère, non pas seulement les Chinois, mais les nations sauvages voisines connaissaient le fer, et bien mieux l'acier. Depuis longtemps les Chinois tissaient la soie, savaient calculer les éclipses et possédaient l'écriture.

L'ancienneté des observations astronomiques, en Chine, est bien connue et

(1) Probablement des pointes de flèche.

c'est une chose certaine que dès les temps les plus reculés de la tradition les noms des étoiles existaient déjà. Au début de l'histoire positive, de l'histoire écrite, au temps de Jao (2357 ans avant notre ère) on les trouve couramment employés. Un auteur qui vient de publier une importante étude sur l'astronomie chinoise, et auquel nous empruntons beaucoup de détails, M. Schlegel (1), fait remonter leur origine à près de 17000 ans avant notre ère.

Au sujet de l'origine chinoise de l'usage de la crémation, c'est une simple suggestion que je veux présenter.

Cet usage s'est répandu en Europe au début de l'âge de bronze. Il ne nous venait point de l'Égypte ni de la Phénicie, Égyptiens et Phéniciens n'ayant jamais brûlé leurs cadavres. Il existait au contraire de toute antiquité dans l'Inde. En Chine, on constate qu'avant l'an 1122 avant notre ère, on portait aux funérailles des hommes de paille destinés à être brûlés; et qu'à cette date, sous les Theou, on remplaça ces mannequins par des figures d'hommes en bois. A propos de ce changement et comme confirmation du caractère religieux de ce vieil usage on lit dans Confucius : « Ceux qui ont fait des esprits en paille étaient réguliers; ceux qui ont fait des hommes en bois étaient irréguliers. Il est bien difficile de ne pas voir en lui la cérémonie symbolique qui a remplacé l'usage encore plus vieux de brûler les cadavres eux-mêmes. »

Aujourd'hui en Chine la crémation est assez rare et l'on ne brûle qu'au bout d'un an les restes du mort, dont les os sont ensuite placés dans une urne. Mais elle est encore commune en Cochinchine, et lors du voyage de Marco Polo, elle était universellement employée dans tout l'extrême orient de l'Asie. Il faut donc la considérer comme ayant existé de tout temps dans cette région. Or il est aujourd'hui acquis que l'industrie du bronze nous est venue en Europe de cette même région.

Les relations de la Chine avec l'Europe remonteraient d'ailleurs assez haut s'il était démontré que le jade qui se trouve si facilement et si abondamment en Chine et dont on a recueilli des outils en Suisse et en Belgique, n'a pas de gisements en Europe. Ptolémée a conservé l'itinéraire que les caravanes suivaient pour se rendre par terre en Chine. M. Schlegel pense que les noms si anciens de nos constellations nous sont venus de ce pays.

DISCUSSION

M. CARTAILHAC, tout en constatant l'intérêt des faits nouveaux apportés par M. Zaborowski, croit qu'on ne peut déterminer les âges préhistoriques à l'aide de l'étude des noms des constellations et de leurs figures.

Au moment où les haches de pierre prirent le nom de pierres de foudre, l'âge de pierre devait être depuis longtemps fini et même oublié. Il est utile de le dire expressément.

Le mot *esprit* employé par Confucius, l'est, selon lui, dans le sens d'ancêtre seulement.

(1) *L'Uranographie chinoise ou preuves directes que l'astronomie primitive est originaire de la Chine.* — 2 v. in-4°, de 1,000 pages. La Haye, 1875.

Enfin il croit qu'on trouvera probablement chez nous des gisements de jade. On ne peut pas en tout cas avancer que les haches en jade ne peuvent venir que de la Chine.

M. Zaborowski est d'accord avec M. Cartailhac sur ces trois derniers points.

M. Pommerol a été frappé de cette antique coutume chinoise de porter aux funérailles des mannequins en paille pour les brûler. Chez nous aussi au carnaval on porte de semblables mannequins que l'on brûle ensuite. Cette coutume chez nous aussi doit avoir quelque rapport avec des funérailles, celles du dieu fêté, ou en être une représentation religieuse ou symbolique.

M. l'abbé Richard. — D'après les calculs astronomiques on avait cru d'abord que le zodiaque de Dendérah avait au moins 10,000 ans. Mais lorsque Champollion est venu, on a trouvé sur ce zodiaque une inscription de Ptolémée et on a dû faire redescendre son ancienneté à deux mille ans.

M. Coudereau pense que les calculs astronomiques basés sur la précession des équinoxes offrent beaucoup plus de certitude qu'une inscription qui peut avoir été faite après coup.

M. Zaborowski appuie l'opinion de M. Coudereau. On sait d'ailleurs très-positivement que des états du ciel très-anciennement observés ont été reproduits sur des monuments bien plus récents qui ne peuvent en aucun cas servir à les dater, puisque à l'époque où ils ont été élevés, l'état du ciel décrit n'existait plus tel qu'on le décrivait.

M. le Pasteur BLEYNIE

de Chateauroux

et M. A. JULIEN

Professeur à la Faculté des sciences de Clermont-Ferrand

SUR LES VILLAGES DE REFUGE DU PUY-DE-DOME CONNUS SOUS LE NOM DE VILLARS ET DES CHAZALOUX

— *Séance du 27 août 1878.* —

Les auteurs ont pratiqué des fouilles au Villars et aux Chazaloux. Ils donnent une longue liste des objets qu'ils y ont trouvé. Ce sont des couteaux et instruments en fer; des gonds et garnitures de serrures; deux clefs au Villars et trois aux Chazaloux, moyen âge, disent-ils; des fragments de fers d'âne; au Villars, deux boucles, l'une en fer, l'autre en bronze, qu'ils déterminent aussi comme moyen âge; des monnaies; enfin, des quantités de poteries et divers objets en pierre, plus quelques fragments de verre.

Quel est l'âge des villages en ruine de Villars et des Chazaloux? La question est d'autant plus intéressante qu'on cite déjà douze de ces villages dans le Puy-de-Dôme, trois dans le Cantal et qu'on en signale dans les Cévennes et les Pyrénées. Suivant MM. Bleynie et Julien, ils datent tous du moyen âge et

ne remontent pas au delà du XIV[e] siècle. Ces villages présentent l'aspect d'un campement, à la fois masqué et fortifié. On pouvait s'y cacher et, au besoin, s'y défendre. De longs boyaux souterrains, encore bien visibles aux Chazaloux, y donnaient accès secrètement.

Au Villars on a trouvé un denier du prieuré de Savigny du commencement du XIV[e] siècle et un double parisis de Philippe de Valois de 1328 à 1330. Aux Chazaloux, un denier de Clermont et trois deniers du Puy de la fin du XIII[e] siècle, peut-être même du commencement du XIV[e]. Ces diverses monnaies ont été déterminées par M. Chassaing. La date de ces monnaies coïncide avec une époque où l'Auvergne était ravagée, et, comme dit un chroniqueur, *mangée* par les bandes de routiers anglais ou autres qui, pendant plus de trente ans, parcoururent la France, portant la terreur et la dévastation dans les campagnes, s'emparant des châteaux, pillant et incendiant les villages. Ce serait pour se préserver de ces déprédations qu'auraient été construits les villages-refuges qui se présentent maintenant à nous comme une véritable énigme.

M. Charles GRAD

Député au Reichstag, membre de la délégation d'Alsace-Lorraine

LA POPULATION DE L'ALSACE

— *Séance du 27 août 1878.* —

Il y a une relation directe et constante entre la prospérité d'une contrée et la densité de sa population. Plus la population est compacte, plus le travail devient actif, plus la prospérité augmente. Lors du dernier recensement officiel fait sous le régime français en 1866, les deux départements de l'Alsace comptaient ensemble 1,119,255 habitants, dont 530,285 pour le Haut-Rhin et 588,970 pour le Bas-Rhin, répartis entre 1,031 communes et sur une étendue territoriale de 8,640 kilomètres carrés. Cela donnerait 129 individus par kilomètre carré, nombre de beaucoup supérieur à la population spécifique moyenne de la France et de l'Allemagne, la France comptant 70 et l'empire allemand seulement 69 habitants en moyenne pour la même unité de surface. Au point de vue des cultes, cette population comprenait 833,000 catholiques, 250,000 protestants des diverses confessions et environ 36,000 israélites. Au point de vue économique, nous y comptions 498,000 agriculteurs, 450,000 individus vivant de l'industrie : le restant appartenait au commerce, à l'armée et aux professions libérales. La population agricole

était et est encore en majorité dans la Basse-Alsace, tandis que dans la Haute-Alsace prédomine la population industrielle.

Un manuscrit du marquis de Lagrange, ancien intendant de la province d'Alsace, dit que par suite de la guerre de Trente ans, la population du pays fut réduite d'un tiers. Cette population, suivant le rapport officiel fait au roi de France après l'occupation de Strasbourg à la fin du xvii[e] siècle, cette population « dont le naturel est la joie, puisqu'on ne voyait autrefois dans la province que violons et danses, a été réduite par les guerres aux deux tiers de son importance primitive. On voit dans les anciens registres que devant les grandes guerres d'Allemagne, le nombre des villages, familles et feux de la haute et de la basse Alsace montait à un tiers de plus qu'à présent. » Quant au chiffre même de la population à cette époque, les documents contemporains restent muets ou insuffisants. Ce qui est certain, c'est que depuis la fin du xvii[e] siècle le nombre des habitants a augmenté d'une façon rapide et continue. Il s'élevait à 500,000 individus environ en 1700 ; à 711,000, en 1794;à 1,119,255 en 1866; à 1,043,378, en 1871, lors du premier recensement fait par l'administration allemande et à 1,034,122, lors du recensement du 1[er] décembre 1875. Voici d'ailleurs les chiffres indiqués par les dénombrements officiels à différentes époques :

Époques.	Haut-Rhin.		Bas-Rhin.		Alsace.	
1794	293.013	habitants	408.132	habitants	711.145	habitants
1806	336.940	—	500.296	—	837.236	—
1821	370.063	—	502.628	—	872.688	—
1826	408.741	—	535.467	—	944.208	—
1831	428.258	—	540.221	—	968.479	—
1841	437.629	—	560.113	—	997.742	—
1856	499.442	—	563.835	—	1.063.237	—
1861	515.802	—	578.285	—	1.094.087	—
1866	530.285	—	588.970	—	1.119.255	—
1871	454.231	—	588.947	—	1.043.178	—
1875	448.549	—	585.573	—	1.034.122	—

Des changements notables se sont opérés dans l'étendue du territoire dans l'intervalle de ces recensements. Rappelons la séparation du canton de Schirmeck et des communes du Ban-de-la-Roche, détachés du Bas-Rhin en 1793 pour être rattachés sur leur demande au département des Vosges. Lors des traités de 1815, les cantons de Dahn, de Landau et de Bergzabern furent enlevés à leur tour au profit de la Bavière. Aujourd'hui, Schirmeck et la partie supérieure de la vallée de la Brasche, d'une superficie de 25,341 hectares, avec une population de 21,738 habitants en 1871, font de nouveau partie du district de la Basse-Alsace, tandis que le Haut-Rhin a perdu le territoire de Belfort avec une population de 60,705 habitants et une étendue de 60,700 hectares. Au

1er décembre 1871, l'Alsace avait une superficie totale de 837,905 hectares, d'après les limites fixées par le traité de Francfort, à savoir le district de la Haute-Alsace, 350,469 hectares ou 3,504 kilomètres carrés; le district de la Basse-Alsace, 477,436 hectares ou 4,774 kilomètres carrés. A raison d'une population civile totale de 1,034,122 habitants, — auxquels s'ajouteraient 17,432 militaires, — la densité par kilomètre carré serait de 124 individus en moyenne pour tout le pays, de 122 dans la Basse-Alsace et de 126 dans la Haute-Alsace.

Ces chiffres indiquent une diminution sensible de la population de l'Alsace sous le régime allemand et pendant les dernières années. Notre population a diminué de 50,000 individus depuis l'annexion, sans tenir compte de l'accroissement normal résultant de l'excédant des naissances sur les décès, excédant qui atteint 27 0/0 du nombre des morts. Abstraction faite des changements territoriaux, le premier recensement allemand constata au 1er décembre 1871 une diminution de 37,110 âmes malgré l'excédant annuel des naissances sur les décès, malgré le contingent fourni par les Allemands immigrés. Quatre ans plus tard, en décembre 1875, la statistique officielle releva une nouvelle diminution de 7,056 âmes. A quelle cause attribuer ce changement regrettable dans les forces vives du pays? Les documents publiés par le gouvernement évaluent à 78,000 individus l'excédant de l'émigration sur l'immigration en Alsace-Lorraine. C'est donc l'émigration d'où vient le mal. Près de 159,740 Alsaciens-Lorrains ont opté pour la nationalité française avant le 2 octobre 1872. Tous ne sont pas partis sans doute, mais la perte éprouvée par le pays porte presque exclusivement sur sa population mâle valide. De l'aveu du bureau de statistiqne de Strasbourg, la diminution de notre population vient de l'option, du départ des jeunes gens émigrés afin d'échapper au service militaire allemand.

Les documents publiés par l'administration nous permettent de suivre avec exactitude le mouvement de la population. Tout d'abord la disproportion de plus en plus caractérisée entre les individus de l'un et de l'autre sexe donne un premier signe de l'amoindrissement des forces vives de l'Alsace. En France, suivant le recensement de 1872, on compte actuellement plus de 99 hommes pour 100 femmes, l'excédant de ces dernières pour le territoire français tout entier n'est que de 137,000. En Alsace, cette proportion abaissée dès la fin de 1871 à 93 pour 100 n'était plus quatre ans après, en décembre 1875, que comme 90 0/0 de la population civile et de 94 pour 100 en tenant compte des militaires. A Strasbourg, nous comptons seulement 83 hommes pour 100 femmes; 89 dans le cercle de Colmar et 92 dans celui de Mulhouse. Par rapport à la répartition de la population entre les différents âges, nous constatons que la classe âgée de 1 à 5 ans est la plus nombreuse en

Alsace comme partout, car elle atteint 11,01 0/0 du nombre total. La classe de 5 à 10 ans présente la proportion de 10.89 0/0, celle de 10 à 15 ans, 10.37 0/0. La diminution peu considérable pour ces deux classes augmente beaucoup à partir de la quinzième année, la proportion n'étant plus que de 8.38 0/0 de 15 à 20 ans, de 7.04 de 20 à 25 ans, de 7.76 de 25 à 30 ans, 6.85 de 30 à 35 ans, et ainsi de suite. Comme nous l'avons dit, la faible proportion de la classe de 20 à 25 ans, par rapport à la classe quinquennale qui précède et à celle qui suit, tient à l'absence des jeunes gens partis pour échapper à l'obligation militaire. De 1871 à 1874, les rapports officiels comptent pour les trois départements de l'Alsace-Lorraine 111,152 jeunes gens appelés à la conscription. Or, sur ce nombre, 27,937 seulement étaient présents dans leurs foyers, au moment de la formation des rôles, et les conseils de révision n'en ont trouvé que 10,011, en quatre ans, qui fussent immédiatement propres au service. Les hommes valides ont presque tous émigré. Ceux qui restent sont la plupart atteints d'infirmités qui les rendent aussi peu aptes à porter les armes qu'à fonder une famille. Aussi le nombre des mariages a-t-il diminué de 15,719 en 1872, à 12,520 en 1874 !

Demandons-nous quel était, lors du recensement de 1871, le rapport de la population masculine et de la population féminine : nous apprenons que dans la classe de 21 à 25 ans, les hommes se trouvent dans la proportion de 6.91 pour 100, les femmes de 8.17 pour 100. De 25 à 30 ans, les hommes forment 7.13, les femmes 7.59 pour 100 de la population totale. Relativement à la valeur productive, si nous partageons la population en classes de vingt années chacune, nous constatons une infériorité sensible de l'Alsace dans la situation actuelle en ce qui concerne la capacité de travail. Tandis que la France a seulement 35.47 pour 100 de sa population au-dessous de 20 ans, âge auquel la productivité est sinon nulle du moins encore faible, l'Alsace compte 40.05 pour cent du nombre total de ses habitants dans cette classe. Même en Suisse et en Bavière, le nombre des individus au-dessous de vingt ans reste inférieur à celui constaté en Alsace-Lorraine, comme il ressort du relevé suivant :

GROUPES D'AGE.	PROPORTIONNALITÉ DES GROUPES D'AGE POUR 100				
	Alsace-Lorraine.	France.	Bavière.	Suisse.	Prusse.
Jusqu'à 20 ans.	40.05	35.47	39.03	39.27	44.80
De 20 à 40 ans.	28.08	30.51	30.44	31.63	29.48
De 40 à 60 ans.	20.77	22.54	21.56	20.68	18.88
Audessus de 60 ans.	10.47	11.48	9.00	8.42	6.85

En Lorraine, les classes les plus jeunes présentent des nombres inférieurs à ceux des deux départements de l'Alsace. Ce fait s'explique d'abord par l'émigration plus forte des hommes de 20 à 40 ans, puis, par l'infériorité des naissances déjà reconnue sous le régime français pour les départements de la Moselle et de la Meurthe par rapport au Haut-Rhin et au Bas-Rhin. Tandis qu'en 1872, l'Alsace comptait une naissance par 26.9 habitants, la Lorraine en avait seulement une par 33,1 habitants.

Étant admis une mortalité égale des enfants, les régions ou les districts qui ont le plus de naissances doivent aussi présenter la plus forte proportion d'habitants en bas-âge. En 1872, il naquit en Alsace-Lorraine, 56,437, en 1873, environ 55,453, et en 1874, près de 56,903 enfants. Par conséquent, la proportion des naissances, par rapport à la population, donne pour la moyenne de ces trois années 36.78 de naissances par 1,000 individus, tandis que toute l'Allemagne atteint la moyenne de 41.26 naissances par 1,000 habitants. Mais tandis que le district de la Lorraine fournit seulement 32.11 naissances par 1,000 habitants, nous en avons 38.32 pour l'Alsace. La proportion des garçons et des filles, dans l'ensemble des naissances, oscille, pendant les années 1872 à 1874, de 106 à 107 garçons pour 100 filles. Les enfants naturels figurent pour 7 à 8 pour 100 des naissances, pendant la même période. Il y eut 2,340 morts-nés, soit 4.1 pour 100 en 1872, et en 1874, environ 4.5 pour 100 ou 2,603 au total. Le nombre des décès, non compris les morts-nés, s'éleva de 1872 à 1874 au nombre de 40,023 ou 25.9 par 1,000 personnes. Si l'émigration ne dépassait pas de 78,000 individus l'immigration, notre population serait en voie de s'accroître rapidement, car le nombre des naissances dépasse de 27 pour 100 celui des décès. Quant aux mariages, il y en eut moyennement 13,787 par an, soit 8.9 par 1,000 habitants. Il y a 103,378 ménages dans la Haute-Alsace, avec 68,798 maisons ; dans la Basse-Alsace, 101,161 maisons et 138,705 ménages. Sur 585,573 individus, de sa population civile au 1er décembre 1875, la Basse-Alsace comptait 276,310 individus du sexe masculin et 309,263 du sexe féminin ; la Haute-Alsace sur 448,549 habitants, 213,606 individus du sexe masculin et 234,943 du sexe féminin. Sous le rapport des cultes, nous avons, en 1875, pour toute l'Alsace, 762,427 catholiques, 258,016 protestants, 30,949 juifs. Sous le rapport de la nationalité enfin, le dernier recensement releva la présence de 39,535 Allemands, d'origine non alsacienne et 15,805 autres étrangers, surtout des Français et des Suisses.

Que si maintenant nous interrogeons les Alsaciens sur leur origine, sur les éléments ethniques dont ils dérivent, sur les caractères qui les distinguent, nous reconnaissons une population mêlée et modifiée sur

différents points par des croisements assez fréquents. Dès avant la conquête de César, le pays était occupé par des Gaulois, des Kymris et des Germains. Les tribus kymries ou les Médiomatrices occupaient le nord de l'Alsace et s'étendaient aussi en Lorraine sur l'autre versant de la chaîne des Vosges. Au midi se trouvaient les tribus gauloises, les Rauraques, clients des Séquanais, répandus sur une grande partie du département du Haut-Rhin et jusqu'au Jura, en Suisse. Venus de la rive droite du Rhin, peu avant l'occupation romaine, les tribus de race germanique, les Triboques, les Nemètes, les Vangiones occupaient le milieu de la province et surtout les bords du fleuve. César refoula les Germains, après la défaite d'Arioviste au témoignage des historiens de l'époque. Mais ils revinrent en Alsace pendant la guerre civile, alors que César et Pompée se disputaient en Orient la domination de Rome. Un fait certain, c'est que pendant la première moitié du cinquième siècle de notre ère, l'irruption des Vandales, des Suèves, des Alains anéantit avec la civilisation romaine presque toute l'ancienne population de la contrée. Après ces barbares vinrent les Francs et les Allemands, différant plus par la nationalité et par les divisions politiques que par les caractères physiques. Soumis par les Francs après la bataille de Tolbiac, les Allemanns demeurèrent en Alsace à côté des restes des populations antérieures, présentant, suivant les tribus, des différences de dialecte dont les traces subsistent encore de nos jours.

De nos jours encore la population plus ou moins mélangée de notre pays se compose des deux éléments gaulois et germaniques. On y remarque le contraste évident des bruns et des blonds, des hommes à tête courte et large, et des hommes à tête plus longue et plus étroite. Dans l'ensemble, les habitants de la plaine et d'une partie des vallées présentent une prédominance de sang germain. Aussi le type allemand se manifeste ici nettement. C'est par les affinités ethniques, non moins que par la communauté des intérêts que tant de villes d'Alsace se liguèrent naguère avec la Suisse. Les habitants de la plaine ont les pommettes plus avancées que les Français à l'ouest des Vosges. Par contre, leurs voisins du pays de Bade sont plus blonds, ils ont plus d'yeux bleus. Des différences se manifestent également dans les mœurs. Plus remuants, plus actifs que leurs voisins badois, les Alsaciens, dans le Haut-Rhin surtout, rappellent ces Francs qui, vainqueurs des Allemands et des Romains, se vantaient déjà de comprendre et d'aimer mieux la liberté que les autres tribus de souche germanique.

Si les traits physiques des Alsaciens se rapprochent davantage de ceux de leurs voisins du Rhin que des Vosges lorraines, des différences sensibles se manifestent cependant d'un canton à l'autre. Dans les villes, comme Strasbourg et Mulhouse, la fréquence et la multiplicité du croi-

sement d'éléments étrangers ne permettent pas de fixer un type caractéristique, bien pur. Sur les bords de l'Ill et du Rhin, l'habitant des campagnes présente une taille supérieure à la moyenne, une tête volumineuse, une large charpente : il est fortement membré, ses cheveux sont d'un chatain clair, plus souvent que foncés, mais rarement noirs ; les iris bleus, gris ou d'un brun clair. Beaucoup d'enfants naissent avec les cheveux blonds et brunissent avec l'âge. Dans les cantons de Seltz et de Soultz-sous-Forêts, entre la Moder et la Lauter, le teint, la barbe les cheveux sont plus bruns que chez les habitants des cantons environnants de la Basse-Alsace ; les hommes y ont une taille plus grande et plus svelte, les femmes des traits plus distingués. Peut-être la tribu qui s'établit sur ce point possédait-elle des caractères particuliers qui se sont transmis jusqu'à présent. Peut-être aussi l'élévation générale de la taille provient-elle d'une sorte de sélection, déterminée par un prince des Deux-Ponts, auquel le pays appartenait avant 1789, et qui composait ses troupes d'hommes de grande taille recrutés dans les contrées voisines et fixés dans ses domaines après expiration du service militaire. Au point de vue de l'aptitude militaire, l'Alsace présente sur un nombre moyen de 26,700 conscrits chaque année, de 1860 à 1870, un contingent annuel de 19,000 hommes propres au service. La proportion des exemptions pour infirmités et défaut de taille était de 27 pour 100 dans les deux départements, tandis qu'elle s'élevait à 37 pour 100 en moyenne pour la France entière. Portée à 1,652 millimètres pour l'ensemble du contingent en France, la taille moyenne des hommes de vingt ans s'élevait, en 1870, à 1,658 millimètres dans le Haut-Rhin et à 1,664 dans le Bas-Rhin. Ces deux départements avaient alors 80,000 hommes sous les drapeaux, employés surtout dans la cavalerie de ligne et dans l'artillerie. Parmi les généraux qui commandèrent les armées de la République et de l'Empire, au commencement de ce siècle, beaucoup étaient nés en Alsace : Kléber, Kellermann, Scherer, Lefèbvre, Rapp.

La ligne de partage des eaux à l'est de Belfort, puis la crête des Vosges forment la limite des langues. D'un côté de la ligne on parle français, de l'autre allemand, à peu d'exceptions près. En deçà de cette limite, la vallée de la Largue appartient depuis un siècle au moins, peut-être depuis plusieurs siècles au domaine de la langue française. De même, le français et les patois lorrains, plus ou moins mélangés de mots celtiques règnent dans les parties supérieures des vallées d'Arbès, d'Orbey, de Sainte-Marie-aux-Mines, de Villé, de Schirmeck, soit que les populations de ces cantons descendent directement des anciennes tribus gauloises refoulées dans l'intérieur des montagnes, lors des invasions germaniques, soit qu'ils viennent de colons lorrains descendus du côté de l'Alsace à des époques plus récentes. Par contre, des villages

d'origine allemande, se montrent aussi sur le versant lorrain du côté de Saint-Dié. Plus au nord encore, vers Phalsbourg, les deux versants des montagnes sont peuplés de villageois parlant un dialecte allemanique d'Alsace. La limite des langues se dirige ensuite vers le nord-ouest en dessinant de nombreuses sinuosités, traversant la Moselle entre Metz et Thionville. Près de Longwy, elle coïncide avec la frontière actuelle de la France, puis se recourbe au nord pour embrasser la moitié du territoire belge. Toutefois, la Lorraine allemande ne renferme pas seulement des communes germaniques : plus grande que l'ancien district désigné officiellement jusqu'en 1751 sous le nom de bailliage d'Allemagne, elle empiète partout sur le pays de langue française. D'après la statistique dressée par ordre du gouvernement, il n'y a pas moins de 381 communes, contenant ensemble plus de 175,000 habitants, entièrement français de langue et d'origine. En Alsace, dans la région des montagnes et sans tenir compte de la population des villes, nous avons environ 80,000 individus de langue française, soit la douzième partie de la population totale. Mais si l'on tient compte de l'émigration des ouvriers welches vers les villes, si l'on songe que les classes aisées et cultivées de la population urbaine parlent exclusivement le français, cette proportion est en réalité beaucoup plus élevée.

C'est de propos délibéré, avec un esprit de méthode rigoureuse que le gouvernement allemand procède à la germanisation des communes françaises du pays. Dans les écoles primaires l'enseignement du français est généralement interdit pour des motifs prétendus pédagogiques. L'œuvre inverse n'a pas été entreprise avec une égale énergie par l'administration française, quoiqu'on l'accusât de « combattre la morale et la civilisation » en faisant du français la langue officielle de Strasbourg. Ce reproche de *combattre la civilisation et la morale*, se trouve formulé en toutes lettres dans l'ouvrage de M. Richard Boekh : *Der Deutschen Volkszahl und Sprachgebiet*. Avant notre annexion à l'Allemagne, le français et l'allemand s'enseignaient simultanément dans les écoles populaires. Nos enfants connaissaient les deux langues et du propre aveu d'un écrivain allemand, M. Hane, 96.7 pour 100 des conscrits appelés au service militaire savaient lire. Depuis, le niveau de l'instruction a beaucoup baissé chez la jeunesse de notre pays soumise à l'enseignement, à l'école obligatoire organisée d'après le système allemand. L'Alsace souffre de cette situation et elle reste toujours attachée à la France par ses souvenirs et ses sympathies, malgré les violences de ses conquérants.

M. Ch.-E. de UJFALVY

Chargé de cours à l'École des langues orientales.

SUR LES PEUPLES DE LA CHINE OCCIDENTALE

— Séance du 27 août 1878. —

M. Émile RIVIÈRE

GROTTE DE SAINT-BENOIT

— Séance du 27 août 1878. —

La grotte de Saint-Benoît, du nom du village dont elle dépend, appartient au département des Basses-Alpes ; elle est située dans le canton d'Annot, à 7 kilomètres environ de cette ville et à 31 kilomètres nord de Castellanne.

Connue depuis longues années, elle fut explorée quelque temps avant moi, en 1871 ou au commencement de 1872, par mon savant collègue de la Société d'anthropologie, M. Girard de Rialle, alors qu'il était préfet du département.

C'est en 1872 que j'appris l'existence de cette grotte, et c'est à la fin de cette session, le 16 septembre, que je la visitai.

La grotte de Saint-Benoît est creusée, non par la main des hommes, mais naturellement, à 40 mètres environ au-dessus de la route d'Entrevaux, au flanc d'une roche calcaire haute de 56 mètres, roche à pic dont le pied est baigné par les eaux torrentueuses du Vaïre, l'un des affluents du Var, roche enfin sur laquelle croissent entre les fissures quelques rares et maigres broussailles.

L'entrée de cette grotte, dans laquelle on n'arrive qu'après avoir escaladé à grand'peine les parois du rocher, est précédée d'une sorte de vestibule assez large et parfaitement éclairé.

Elle se compose d'une série de salles ou chambres plus ou moins vastes, se faisant suite les unes aux autres ou s'ouvrant latéralement dans les parois de la première galerie. Ces salles sont séparées souvent par un passage tellement étroit, qu'il ne permet guère de pénétrer de l'une dans l'autre autrement qu'en rampant.

Les diverses chambres réunies, qui constituent la grotte, donnent une longueur d'ensemble de plus de 300 mètres (1); elles présentent une largeur moyenne de 6 à 7 mètres. C'est au fond et dans la paroi latérale gauche de ce vestibule que s'ouvre la première salle de la grotte, qui se dirige du nord au sud.

Le sol est encore recouvert, sauf dans les quelques endroits où celle-ci a été brisée, d'une couche stalagmitique assez dure, mais d'une médiocre épaisseur dans toute son étendue, maintenue humide et des plus glissantes par un suintement continu de la voûte et des parois. Plus ou moins mamelonné, il présente des différences de niveau très-marquées.

De la voûte des chambres, qui s'élève en hauteur variable, mais qui ne dépasse guère cependant 3 ou 4 mètres, descendent, tantôt en lourds piliers, tantôt en minces et gracieuses colonnettes, de nombreuses stalactites simulant des objets plus ou moins fantastiques.

Après avoir reconnu l'ensemble de la grotte, je fis creuser dans les endroits où la stalagmite avait été brisée, c'est-à-dire dans une terre noirâtre assez humide, d'une épaisseur de 40 à 50 centimètres, renfermant des traces nombreuses de charbon. Au-dessous de cette couche, il existait une nouvelle stalagmite très-dure et que le peu de temps dont je disposais ne m'a pas permis de faire enlever pour voir et étudier ce qu'elle recouvrait.

Mes recherches ont donc été bornées aux dépôts supérieurs, dépôts au milieu desquels j'ai trouvé les objets suivants :

1° Des ossements, des dents et des fragments de mâchoires de cervidés, de bovidés et de caprins, certainement anciens et happant à la langue. Le cerf est de taille ordinaire, la chèvre est plutôt grande que petite; cependant elle n'atteint pas les dimensions de la *Capra primigenia* ou chèvre primitive;

2° Une diaphyse osseuse, longue de 12 centimètres environ, non fendue, mais brisée aux deux extrémités, par suite très-difficile, pour ne pas dire impossible, à déterminer;

3° Une première côte gauche d'homme à peu près entière, mince et de dimensions moyennes, et des fragments de crânes humains; ces derniers tellement brisés qu'ils étaient à peine reconnaissables;

4° Un poinçon en os, entier, à pointe à peu près intacte et long de 0m,112, taillé dans un scapulum de ruminant. Il était incrusté de matières charbonneuses, qui sont encore aujourd'hui parfaitement visibles. Je l'ai trouvé dans la seconde salle, près de la paroi latérale gauche et à 45 centimètres de profondeur;

(1) J.-J.-M. Féraud. — *Histoire, géographie et statistique du département des Basses-Alpes*. Nouvelle édition, p. 505-508. — Digne, 1871.

5° Enfin une quantité énorme de poteries grossières, préhistoriques, brisées, la plupart sans aucune ornementation. L'une d'elles cependant présente, vers la partie moyenne, une sorte de bourrelet circulaire pourvu de petits enfoncements en forme de cupules, très-rapprochés les uns des autres et obtenus par l'impression du doigt sur la pâte molle. D'autres présentent un petit renflement ou teston percé en bas de deux petits trous débouchant en haut dans un seul et même orifice large de 6 millimètres. Ces diverses poteries sont, les unes très-brunes, les autres rougeâtres plus ou moins teintées de noir; elles contiennent toutes une grande quantité de petits grains de quartz.

Les recherches auxquelles je me suis livré dans la grotte Saint-Benoît ne m'ont fourni ni silex taillés, ni haches polies, ni aucun objet en bronze, ce qui peut très-bien tenir aussi au peu de temps que j'ai consacré à cette fouille.

Cependant, le poinçon en os et les poteries me paraissent suffisants pour pouvoir considérer, avec quelque chance de raison, cette grotte, ou du moins la couche qu'il m'a été permis d'explorer, comme appartenant à l'époque néolithique.

Je ne dois pas oublier d'ajouter qu'à l'entrée de la grotte et jusqu'à une distance de 30 mètres environ, mais principalement dans le vestibule, j'ai rencontré, à la surface du sol et *au-dessus de la stalagmite*, beaucoup de fragments de poteries modernes, les unes rougeâtres, les autres brunes, la plupart vernissées, mêlées à quelques morceaux de vases, certainement romains, et à des ossements et des cornes de chèvre et de mouton. Ces restes d'animaux étaient des plus récents et ne happaient plus du tout à la langue comme les précédents.

Du reste, la chose n'a rien de bien extraordinaire, car, dans les mauvais temps, bergers et troupeaux se réfugient dans cette grotte, et, de plus, à certains jours de fête, les garçons du pays, escaladant le roc, s'y rendent en parties.

Je ne terminerai pas cette note, en ce qui a rapport au moins à la grotte de Saint-Benoît, sans dire que, parcourant dernièrement l'ouvrage de M. l'abbé Féraud, j'ai appris qu'elle avait été autrefois visitée par M. Jules de Christol, et que ce savant naturaliste avait examiné les ossements, dont plusieurs happaient fortement à la langue, — je cite ici textuellement l'auteur, — et lui avaient paru très-anciens, notamment une portion de crâne humain et les restes de divers animaux domestiques. Ceux-ci appartenaient aux genres *cheval*, *mouton*, *bœuf* et *sanglier*; à ces ossements étaient joints ceux d'un *cerf* de moyenne grandeur, dont l'espèce n'a pu être déterminée, faute de preuves suffisantes.

L'auteur ajoute que, si parmi les débris qui viennent d'être indiqués, « il n'en est point qu'on puisse rapporter à des espèces perdues, tout

annonce au moins qu'ils remontent à une haute antiquité. » Il nous fait aussi connaître qu'en face de la grotte, mais de l'autre côté du torrent et au pied de la montagne, dans un terrain d'éboulement, on a trouvé autrefois des fragments d'ossements fossiles, que Cuvier considéra comme ayant appartenu « à un animal du genre *cerf*. Trois seulement, dit-il, lui parurent reconnaissables, les dents, le calcaneum et un fragment d'os du pied. »

Enfin, je crois devoir mentionner aussi plusieurs haches en serpentine ainsi qu'un autre objet de même matière trouvés dans le département des Basses-Alpes, à Taulanne (1), dans un champ, à la surface du sol.

Ces haches, au nombre de cinq, sont de dimensions très-différentes; ainsi, la plus grande, entière, moins un petit éclat latéral au niveau du tranchant, mesure 0m,124; elle a été amincie sur les côtés, vers la partie moyenne, pour être emmanchée; les quatre autres mesurent seulement 0m,075, 0m,06, 0m,053 et 0m,042; elles sont entières et d'un tranchant assez fin.

Quant à la pièce la plus intéressante, elle n'est autre qu'un petit galet demi-sphérique d'un diamètre de 0m,044, d'une épaisseur de 0m,019, parfaitement poli de main d'homme sur une partie de sa surface. La face inférieure aplatie présente, se rapprochant du centre, un cercle d'un centimètre à peine de diamètre, formé par une série de petits enfoncements à peine marqués, gros comme une tête d'épingle. Bien que cette pièce, en serpentine également, soit parfaitement conservée, il nous parait bien difficile de dire l'usage auquel elle peut avoir servi.

M. Paul TOPINARD

OBSERVATION DE NÈGRES ALBINOS A MADAGASCAR.

— Séance du 27 août 1878. —

Messieurs,

J'ai reçu ces jours-ci de Hellvill, Nossi-Bé, ile de Madagascar, une lettre du docteur A. Corre, médecin de la marine, en date du 10 juillet 1878, qui renferme une observation dont plusieurs parties sont nouvelles, sur l'un des points de l'anthropologie qui ont le plus mis en jeu

(1) Village situé à 9 kilomètres nord-est de Castellane et à 62 kilomètres sud est de Digne.

les passions des monogénistes et des polygénistes à la fin du siècle dernier et au commencement de celui-ci. Il s'agit d'un double cas d'albinisme chez le nègre, de ce que l'on regardait les uns comme un nègre se transformant en blanc, les autres comme un nègre présentant par atavisme l'exemple d'une phase que ses ancêtres avaient traversée.

« L'on vient de me présenter, dit le docteur Corre, deux frères jumeaux âgés d'environ trente ans, venant de Madagascar, nés d'un père Sakalave et d'une mère Betsinitsana. Ces deux sujets fort intelligents, de constitution vigoureuse, n'offrant rien qui puisse, en quoi que ce soit, mériter le nom d'état pathologique, présentent les caractères suivants :

» Stature un peu au-dessus de la moyenne ; muscles bien développés ; parties admirablement proportionnées; extrémités fines et même délicates ; ongles petits, partout bien transparents. Pas de prognathisme ; nez médiocrement épaté ; lèvre moyenne ; dents belles et sans obliquité ; front haut, circonférence crânienne égale à 55 centimètres ; mensuration verticale d'un conduit auditif à l'autre, 36 centimètres ; mensuration de l'origine du nez à l'inion, 38 centimètres, mais défalcation faite de l'épaisseur de la chevelure ; *système pileux* partout très-fourni et *d'un blond pâle ;* chevelure serrée, crépue; barbe bien fournie au menton et sur les parties inférieures des joues, moins fournie sur la lèvre supérieure, courte, demi-frisée ; poils du corps abondants ; sourcils serrés et bien plantés. *Iris* de coloration *bleu verdâtre, très-pâle,* tirant au brun sur le pourtour de la pupille, celle-ci bien noire. Les deux frères ont d'excellentes vues, mais m'ont semblé *subir assez vivement l'impression d'une lumière intense. Peau absolument blanche,* rosée au visage et au cou, tout à fait comparable à celle des sujets de race septentrionale.

» Ce fait s'est produit en pleine race malgache ; il ne s'agit pas de métis, mais bien d'albinos : je n'ai pu, par l'interrogation du père, qu'obtenir la négation de tout croisement avec des individus de race européenne tant chez les ascendants que chez la mère des deux frères en question. Les sujets n'ont d'ailleurs rien qui éveille l'idée d'un métissage.

» Ces cas ne sont pas très-rares à Madagascar et dans les îles adjacentes. »

Mon correspondant ajoute que cette observation ne s'accorde pas avec ma manière de voir sur l'albinisme et y joint un échantillon des cheveux des deux sujets que M. le docteur Latteux a bien voulu examiner au microscope et dont les coupes transversales sont figurées ci-contre.

Je m'étonne de l'idée qu'a le docteur Corre, car, au contraire, je trouve qu'il s'agit d'un albinisme classique, c'est-à-dire d'une lésion tératologique, congénitale de l'appareil pigmentaire de la peau, des cheveux et des yeux n'ayant aucun rapport avec les influences de races. Ce genre de faits ne se rattacherait pas à l'anthropologie sans les théories qu'on a basée

sur eux et sans les erreurs qu'ils peuvent nous faire commettre sur les récits de voyageurs. Dans le cas actuel, je ne suis pas d'avis qu'il s'agisse d'un albinisme complet, et voici pourquoi : 1° les yeux sont d'un bleu

COUPE TRANSVERSALE DU CHEVEU DE DEUX NÈGRES JUMEAUX ET ALBINOS DE MADAGASCAR

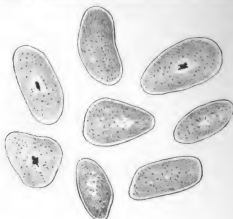


Fig. 56.

Longueur moyenne....	42.0	Indice ou rapport centésimal de	
Largeur —	33.6	la largeur à la longueur.	41.06 (1).

Grossissement de 170, diamètre. Dessin à la chambre claire, par le docteur Latteux.

verdâtre et non rougeâtre; la pupille est noire; or, dans les albinos complets, les yeux ressemblent à un globe de verre dépoli; c'est le rouge du sang qui, se répercutant dans l'intérieur, vous est renvoyé et produit cette impression; 2° les sujets ont une bonne vue, quoiqu'ils ne supportent pas une lumière intense. C'est en effet aux yeux dans les cas incertains, que l'on reconnaît le degré de la décoloration; le second trait indiqué ici est classique, le premier est contradictoire; il eût fallu que le docteur Corre nous dît si les malades marchaient la tête baissée pour éviter le jour, s'ils y voyaient mieux la nuit, s'ils avaient une tendance à porter la main sur leurs yeux pour se garantir d'une trop vive lumière, si leurs yeux présentaient un degré quelconque de nystagmus. Il s'agit donc bien de l'un de ces cas que cite Prichard, où l'on vient nous parler de nègres aux yeux bleus ou clairs, ou aux cheveux blonds ou roux, comme d'un démenti à l'anthropologie; de l'un de ces cas qui font prétendre à certains ignorants qu'il y a des Australiens blonds, ce sont des malades incomplets, voilà tout.

Un autre intérêt de ce cas est, dans l'examen microscopique des che-

(1) Les indices majeurs varient dans la race nègre de 30 à 65, et dans la race jaune de 75 à 100. L'indice ci-contre de 41 est donc très-caractéristique du nègre.

veux, le premier qui ait été fait que je sache dans un cas de ce genre : ce sont bien des cheveux normaux de nègre; le défaut de coloration est leur seule particularité, et ils prouvent bien que le pigment est seul en cause.

DISCUSSION.

M. Hamy rapproche du sujet général de la décoloration de la peau chez les nègres, qui vient d'être abordé, les divers modes de tatouage employés chez eux et revient sur l'albinisme partiel ou vitiligo, et en particulier sur les cas consistant en une simple mèche de cheveux décolorée au milieu de cheveux noirs.

M. Topinard se demande, à ce propos, si un vitiligo aussi partiel ne donne pas à croire qu'une décoloration non moins circonscrite puisse se produire dans les yeux seuls et faire que dans une famille exempte de mélange et dont tous les membres ont la peau, les cheveux et les yeux foncés, il naisse inopinément un sujet ayant des yeux bleus, verdâtres, ou tout au moins clairs. Grave sujet de méditation et qui peut donner lieu, comme l'albinisme incomplet de tout à l'heure, à bien des méprises en anthropologie. Les nègres aux yeux clairs, bleus, verts ou marrons, s'expliqueraient ainsi de deux façons.

M. le Dr E.-T. HAMY
Aide-naturaliste au Muséum

RECHERCHES SUR LES EXPLORATIONS ANCIENNES DES ESPAGNOLS DANS L'OCÉANIE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 27 août 1878* —

M. Hamy entretient la section de ses recherches sur les explorations anciennes des Espagnols en Océanie. La Nouvelle-Guinée, découverte par Quiros en 1606, était connue du gouvernement de Madrid, qui en dissimula longtemps l'existence. Une carte, publiée par Mortier, à Amsterdam, en 1700, porte cette contrée, dont les localités connues sont désignées par des noms de saints qui correspondent évidemment aux jours où l'expédition de Quiros les découvrit. Récemment, on a retrouvé dans les archives de Simancas le dossier du voyage de Torrès et de Quiros. Torrès quitta la baie de Saint-Philippe et Saint-Jacques aux Nouvelles-Hébrides, arriva le 14 juillet, jour de Saint-Bonaventure, devant une terre inconnue, qu'il baptisa du nom de ce saint. M. Hamy entre dans des détails intéressants sur l'exploration du navigateur espagnol, dont les découvertes ont été vérifiées, en 1873, par le capitaine Moresby. La relation de Torrès était accompagnée de dessins dont M. Hamy présente les fac-simile. Ce sont des indigènes des nouvelles contrées. Dans l'un, on voit les habitants

de la terre de Saint-Bonaventure; ils sont tatoués en losange, leur chevelure est relevée, et ils ont pour armes des lances barbelées. Or, Moresby a retrouvé les mêmes indigènes à la Nouvelle-Guinée. Dans un autre dessin, les indigènes sont représentés pourvus d'arc. Non loin de la baie de l'Orangerie, qui est la baie de San-Lorenzo de Torrès, se trouve le détroit qui porte le nom de ce voyageur. Un dessin contient les figures des indigènes de cette région. L'un tient une lance australienne, l'autre des flèches et un arc, armes propres aux Papous. Or, c'est dans ces parages seulement que l'élément australien se rencontre avec l'élément papou. Il est certain d'ailleurs que Torrès a abordé, en 1606, dans l'archipel appelé aujourd'hui Iles du Prince-de-Galles et qui est situé près du cap York. Le dessin représentant des indigènes armés de lances et de targes rectangulaires nous figure les habitants de San-Pedro, qui est la baie du Triton des Hollandais.

M. le Dr E.-T. HAMY

Aide-naturaliste au Muséum

SUR LA POPULATION DES ILES VITI

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 27 août 1878 —

M. Hamy fait une communication sur la population des îles Viti, à propos de trois crânes rapportés de Viti Levon. Ces Mélanésiens sont encore anthropophages et sont purs de tout mélange à l'intérieur. Mais, sur la côte orientale, ils sont mêlés avec les Tougans polynésiens, qui faisaient de continuelles invasions il y a quelques années. Le crâne de Rivoua est papou presque pur. Celui de Levouka est, au contraire, presque entièrement tougan.

DISCUSSION.

M. Topinard fait remarquer que les deux crânes apportés par M. Hamy sont tout à fait typiques. Le crâne de Mélanésien rappelle le crâne publié par Huxley comme type de l'extrême dolichocéphalie; or ce crâne, au lieu d'être originaire de la Nouvelle-Zélande, l'est des Nouvelles-Hébrides.

M. Hamy répond que le crâne en question, avant d'avoir été acquis par le Collége des chirurgiens à Londres, où M. Huxley l'a étudié, appartenait à M. Sedgewick, qui le tenait bien pour néo-zélandais. Il y a, du reste, un élément papou bien marqué dans la population de la Nouvelle-Zélande; les traditions recueillies par Gray et Colenso le démontrent. Ce dernier a même découvert, dans le centre de l'île du Nord, des ruines qui provenaient d'un

peuple antérieur aux Maoris, et les ossements humains trouvés en compagnie des os de Moa sont des ossements de Papous. Parmi les têtes desséchées que préparaient les Néo-Zélandais et rapportées en Europe, il y en a autant à cheveux laineux qu'à cheveux lisses.

M. Girard de Rialle rappelle, non à M. Hamy, mais à l'assistance, que le fait d'invasions, d'incursions et d'établissement des Tougans aux îles Viti est mentionné par Mariner, par Dumont d'Urville et par les autres voyageurs du commencement de ce siècle.

M. GIACOMINI

Professeur d'anatomie à l'Université de Turin.

CONTRIBUTION A L'ANATOMIE DU NÈGRE.

— *Séance du 27 août 1878* —

Le professeur Giacomini communique deux faits qu'il a remarqués en disséquant deux négresses (mère et fille) de provenance abyssinienne, la première âgée de 25 et la seconde de 2 ans. Ce sont des faits qui peuvent présenter un certain intérêt pour l'anatomie comparée des races humaines.

Le premier fait regarde la présence d'un cartilage dans la troisième paupière ou *plica semilunaris*. En étudiant le globe oculaire et principalement la manière dont agissent les muscles droits, le professeur a découvert, dans l'épaisseur du pli semilunaire, un petit cartilage quadrilatère sous la forme d'une lamelle très-mince de la longueur de 5 à 7 millimètres et d'un millimètre d'épaisseur. Ce cartilage fut aperçu dans les quatre yeux sous des rapports identiques.

Ayant fait des coupes microscopiques, il a pu s'assurer du siége et de la nature du cartilage. Celui-ci, bien qu'il soit très-peu prononcé, se trouve à la base du pli semilunaire. Par son extrémité postérieure, il se met en rapport avec une expansion fibreuse du muscle droit interne.

L'examen microscopique a encore démontré que ce cartilage est circonscrit, dans ses parties environnantes, par une capsule fibreuse, et que tout autour on découvre une grande quantité de vaisseaux sanguins qui sont dirigés d'arrière en avant; que la substance fondamentale n'est pas précisément hyaline; mais qu'elle se présente avec un grossissement plus fort et de nature fibrilaire; en cela ce cartilage pourrait faire partie des cartilages fibreux.

L'auteur présente deux préparations microscopiques du pli semilunaire gauche de la mère dans lesquelles le cartilage est vu en section transversale et deux du pli droit de la fille en section verticale. L'examen des préparations fait connaître d'autres particularités qui, par brièveté, sont seulement mentionnées ici.

Malgré que les deux maures sur lesquelles on observa ces cartilages fussent entre elles liées par les liens les plus étroits de parenté, et qu'on puisse supposer un tel phénomène transmis par la mère d'une manière héréditaire, un tel fait cependant ne peut qu'appeler l'attention des anatomistes et des anthropologistes, afin de voir si cela se reproduit sur d'autres individus de races autres que la race blanche, ce qui constituerait dans ce cas un caractère digne d'être sérieusement étudié.

Le professeur Giacomini est porté à accorder une certaine importance à la présence d'un cartilage dans le pli semilunaire de l'homme, à cause des faits suivants qui ont été sérieusement examinés.

On lit dans tous les traités d'anatomie comparée que le plis semilunaire des singes est établi de la même manière que celui de l'homme, c'est-à-dire qu'il est formé d'un replis de la conjonctive plus ou moins prononcé au milieu de laquelle se trouve un tissu conjonctif compact. L'auteur a voulu s'assurer de la vérité de cette assertion en examinant les yeux de tous les singes qu'il a pu avoir à sa disposition, et il est arrivé ainsi enfin à un résultat inattendu. Il a trouvé dans tous les plis semilunaires des singes, qui firent l'objet de son étude, la présence d'un petit cartilage, et dans quelques espèces il n'a pu le découvrir que microscopiquement, cartilage qui, par sa position, par ses rapports et par sa conformation rappelle précisément celui déjà décrit chez les deux maures. Pour éviter une longue description qui serait pour le moment hors de saison, l'auteur présente deux préparations microscopiques du pli semilunaire d'un orang, deux autres du pli d'un jeune cercopithécus, et finalement deux autres préparations pour un cynocéphalus nouveau-né. Dans toutes ces préparations, le pli se présente en section transversale.

En les examinant, on comprend facilement la raison pour laquelle cette disposition a échappé à l'observation des anatomistes; cela dépend de la petitesse du cartilage qui, dans le cynocéphalus, dépasse à peine la longueur d'un millimètre, et qu'on n'a point trouvé ce cartilage d'une manière précise dans l'épaisseur du pli, mais plutôt vers sa base.

Si on continue l'examen on constate d'autres particularités parmi lesquelles une mérite d'être mentionnée, savoir que l'extrémité postérieure de notre cartilage se trouve en rapport (comme on a déjà vu pour le cartilage des deux femmes maures) avec une expansion fibreuse du muscle droit interne. On peut dire de plus que dans les préparations de

l'orang, on voit distinctement des fibres musculaires striées qui, ayant leur origine en arrière du muscle droit interne, vont, pour la plus grande partie, en avant, vers l'extérieur du cartilage du pli semilunaire; les autres en plus petit nombre à sa partie interne pour se terminer dans le derme de la conjonctive en correspondance avec la base du pli semilunaire.

Une autre particularité digne d'être prise en considération, c'est qu'à l'extrémité antérieure du cartilage en question, on trouve une glande en grappe qui va verser sa sécrétion sur la conjonctive à la partie interne du pli semilunaire.

On remarque ce fait seulement dans les préparations du cercopithécus et du cynocéphalus et non dans celles de l'orang.

La position et les rapports que présentent cette glande en rappelle une autre, celle de Harder, que l'on aperçoit si développée chez certains mammifères, et qui se trouve en rapport assez intime avec le cartilage du pli, qui chez ces animaux, acquiert un grand développement. (Chien, lapin, bœuf, cheval, etc.)

Vu la constance de la conformité de rapports avec laquelle ce cartilage se présente chez les singes, l'auteur a tourné son attention sur le pli semilunaire de l'homme blanc, espérant voir se reproduire une semblable disposition. Il a examiné attentivement 320 yeux appartenant à 160 individus et dans un seul de ces individus il a pu apercevoir la présence de ce cartilage dans le pli semilunaire des deux yeux. L'individu était né en Piémont mais après toutes recherches faites on n'a pas pu connaître l'origine de sa ligne ascendante. Le cartilage du pli chez cette personne se présentait avec les mêmes caractères que celui des deux femmes maures. Les membres du congrès pourront l'observer dans deux préparations microscopiques qui représentent toute la conjonctive de l'angle interne de l'œil en section transversale.

Afin que les membres du congrès puissent avoir un point de comparaison l'auteur leur présente aussi deux autres préparations microscopiques d'un pli semilunaire assez développé, dont la constitution est celle qu'on trouve chez la plus grande partie des individus de notre race. Il se limite à la simple énumération des préparations qu'il a l'honneur de présenter au congrès laissant les membres apprécier l'importance que peuvent avoir ces particularités pour l'anthropologie.

Le second fait sur lequel le professeur Giacomini appelle l'attention au congrès, c'est la présence des ovules en progrès de développement et complétement mûrs dans l'ovaire de la petite fille maure âgée de deux ans seulement. Généralement on admet que la couche ovigène de l'ovaire reste inerte depuis la naissance jusqu'à la puberté, de manière que les ovisacs conservent à peu près le même volume et qu'il n'existe

aucune différence entre eux. Dans l'ovaire de la petite maure, le professeur Giacomini a trouvé que la plus grande quantité des ovules se maintient comme dans l'état ordinaire, quelques-uns cependant sont arrivés à un tel développement qu'ils ont plus d'un millimètre de diamètre, et présentent tous les caractères des follicules de Graaf s'approchant de la maturité. L'auteur présente deux préparations microscopiques dans lesquels on observe des sections transversales de l'ovaire. Avec la trompe de Falloppio, on peut observer dans ces préparations une grande quantité d'ovisacs à plusieurs degrés de développement ; et une parmi les autres avait déjà acquis le diamètre de 440 micronis, et dans le Cumulus Proligerus on voit l'ovulus du diamètre de 75 micronis avec la vésicule germinative de 22 micronis au centre de laquelle on voit la macula germinativa du diamètre de 9 micronis. Dans d'autres préparations le follicule de Graaf a déjà atteint le diamètre de plus d'un millimètre. On peut le considérer aussi comme proche de la maturité. L'examen des trompes de Falloppio de l'utérus, du vagin, ne montrent rien de particulier ; ces parties se trouvent dans les mêmes conditions que celles d'une petite fille de deux ans : ce qui prouve que de tels organes ne peuvent avoir aucune part à l'activité fonctionnelle de l'ovaire.

M. le D[r] Gustave LAGNEAU

QUELQUES REMARQUES SUR L'ORIGINE ANCIENNE DE CERTAINES DÉFORMATIONS CÉPHALIQUES ARTIFICIELLES EN USAGE EN FRANCE.

(EXTRAIT)

— *Séance du 27 août 1878.* —

Hippocrate, Strabon, Pline, Pomponius Mela, Diodore de Sicile disent que sur les côtes orientales du Pont-Euxin, au nord du Pont, non loin de Cerasus et de Trapezus, auprès du Caucase, c'est-à-dire sur les côtes orientales de la mer Noire, il existait des macrocéphales et des macrones (1).

Dans cette région caucasienne, MM. Bayern, de Smirnow et Sciépoura ont recueilli et étudié plusieurs crânes macrocéphales (2). Pareillement en Crimée.

(1) HIPPOCRATE : *Des Airs, des Eaux*... § 14. t. III, p. 58, texte et trad. de Littre. — Strabon. l. XI, cap. XI. § 8, p. 446. coll. Didot. — Pline : l. IV, § 9, p. 239, texte et trad. de Littre. — Pomponius Mela : l. 1, chap. XIX, p. 649. coll. Nisard. — Diodore de Sicile : l. XIV, § 29, t. I, p. 569, coll. Didot.

(2) DE SMIRNOW et BROCA : *Bull. de la Soc. d'Anthrop.*, 2[e] ser., t. VIII, p. 573, 1873. — Sciépoura et Chudzinski : *Rev. d'Anthrop.*, t. IV, p. 735, 1875.

des crânes également déformés ont été trouvés à Kertsh par M. le comte Boris Alexijewitsch Perowski et étudiés par MM. de Baer, Van der Hoeven et Pruner-Bey. Plus à l'ouest, des crânes déformés ont également été recueillis dans les États autrichiens, à Krems, auprès des fortifications, ou rings des Avares, et ont été étudiés par M. le comte de Breuner et M. Fitzinger (1).

M. Broca paraît disposé à admettre que ces divers crânes déformés proviennent de certains Kimmériens, peuple dont la présence sur le littoral septentrional du Pont-Euxin est attestée par de nombreux auteurs anciens, entre autres par Hérodote (2).

Ces Kimmériens se seraient portés des bords du Pont-Euxin vers l'Occident par le bassin du Danube, et auraient importé jusque dans notre pays l'usage des déformations crâniennes, encore actuellement observées sur les bords de la Haute-Garonne, dans le département des Deux-Sèvres et dans quelques autres régions (3).

Ces Kimmériens, que Posidonius, Strabon, Plutarque, Diodore de Sicile paraissent regarder comme synonymes de Cimbres, semblent s'être étendus de la Crimée et des bords du Pont-Euxin, non dans le bassin du Danube, mais par les bassins du Dniester et du Dniéper jusque vers la mer du Nord, où la Chersonèse cimbrique, le Jutland actuel, rappela longtemps leur présence (4). Diodore de Sicile, qui rattache les Galates à ces Cimbres, Kimmériens, indique que ces grands blonds, à la peau blanche, occupaient les pays maritimes septentrionaux s'étendant de la Scythie, la Russie actuelle, à l'Océan Atlantique (5), régions septentrionales de l'Allemagne et de la France actuelles où l'on observe encore principalement des blonds, tandis que la région du Haut-Danube, celle du sud-ouest de l'Allemagne, de même que celle du centre de la France sont surtout peuplées de bruns de petite taille.

On peut toutefois remarquer que néanmoins certaines relations semblent exister entre la répartition géographique de certaines déformations crâniennes et la répartition de certaines peuplades kimmériennes, Cimbres, Galates ou Belges.

En effet, d'une part les crânes déformés avaient été trouvés non-seulement dans le Caucase, en Crimée, pays occupés anciennement par les Kimmériens, et successivement par bien d'autres peuples, mais aussi dans le nord, dans la Chersonèse cimbrique, où M. Vorsaae aurait également constaté des populations et des pratiques cimmériennes macrocéphaliques (6). En outre, dans la région anciennement occupée par les Galates-kimmériens au nord des Gaules, chez les Belges, dont à des époques plus récentes, Vésale et Blumenbach signalent la forme allongée du crâne en l'attribuant au décubitus latéral durant l'enfance, Bodin parle de manœuvres auxquelles se livraient les accoucheuses

(1) De Baer : *Mém. de l'Acad. des Sciences* de Saint-Pétersbourg, 7e sér., t. II, n° 6. — Van der Hoeven, Fitzinger, Pruner Bey : *Bull. de la Soc. d'Anthrop.*, t. II, p. 449-457, 6 juin.

(2) Hérodote : l. IV, ch. xi, xii, etc.

(3) Broca : *Bull. de la Soc. d'Anthrop.*, 2e sér., t. VI, p. 100, etc., 1871, et t. VIII, p. 577, 1873.

(4) Strabon ; l. VII, cap. ii, § 2, p. 244, coll. Didot. — Diodore de Sicile : l. V, ch. xxviii.

(5) Diodore de Sicile : l. V, ch. xxxii, coll. Didot.

(6) Vorsaae : Congrès de Buda-Pesth : Magitot. *Rapp. sur les questions ethnographiques du Congrès de Pesth*, p. 28, 1878, *Ext. des Arch. des Missions scientifiques et litt.*

dans le but de « ramener la tête des nouveau-nés à une forme nationale » (1). Enfin, M. Amédée Thierry, en rapprochant les Belges du nord-est des Gaules et les Volces fixés dans les environs de Toulouse (2) peut porter à se demander si l'on ne devrait pas faire remonter loin l'usage de la déformation toulousaine (3). Mais la parenté des Volces et des Belges, admise par M. Am. Thierry ne semble pas suffisamment établie. La migration des Belges du nord-est au sud des Gaules n'est nullement prouvée. Remarquons cependant que d'une part, selon César, les Belges étaient pour la plupart d'origine germaine (4), et d'autre part que suivant saint Jérome les Tectosages, anciens habitants des environs de Toulouse, en partie émigrés successivement en Germanie, en Grèce, en Asie Mineure, y avaient conservé, ainsi que les autres Galates, une langue semblable à celle des Trévires (5), anciens habitants des environs de Trèves, dans la Gaule-Belgique, généralement reconnus comme étant d'origine germaine.

Vu l'insuffisance de documents, l'importation kimmérienne-belge de la déformation toulousaine semble donc incertaine. Quant à l'importation de l'usage de certaines autres déformations céphaliques observées soit dans des sépultures anciennes du Jura, soit actuellement encore dans le département des Deux-Sèvres, ainsi que M. Broca, je pense qu'elle a eu lieu par le bassin du Haut-Danube, mais par des peuples moins anciens que les Kimmériens.

Au v[e] siècle après Jésus-Christ, Sidoine Apollinaire nous montre, sur les bords du Danube, des barbares conduits par Hormidac, se déformant artificiellement non-seulement le crâne *(consurgit in arctum massa rotunda caput)*, mais aussi la face (6). Les crânes si étrangement déformés, recueillis à Chezeaux, près de Lauzanne, par M. Troyon, à Voiteur, près de Lons-le-Saulnier, par M. Moretin, se rapportent à une époque peu éloignée de la précédente, l'époque Helvéto-Burgunde, celle des grandes invasions barbares en Occident (7). A quel peuple rapporter ces crânes? aux Huns blancs ou Ephtalites, comme paraissait le penser Amédée Thierry (8)? aux Avares, comme l'ont admis beaucoup d'ethnographes, qui ont étudié les crânes macrocéphales trouvés en Autriche? Les textes anciens relatifs aux Huns ne semblent faire aucune mention de cet usage de déformer artificiellement le crâne; il paraît en être de même pour les Avares. Menandre Protector parle bien d'une ambassade

(1) Vesale : *Opera omnia anat. et chirurg.*, t. I, p. 10, l. I, cap. v. Lugd. Batav, 1725, in-fol. — F. Blumenbach : *De l'unité du genre humain*, trad. du latin par Chardel, p. 222-4. Paris, 1804, an XII. — J. Bodin : *Methodus ad facilem historiarum cognitionem*, p. 147, Amsterdam, 1650, in-8.

(2) Am. Thierry : *Hist. des Gaulois*; introduction, p. 52 et ailleurs, édit. de 1862.

(3) G. Lagneau : Ethnogénie des populations du sud-ouest de la France, lue à l'Assoc. p. l'av des scienc., session de Bordeaux, 1872 : *Revue d'anthrop.*, 1873, et tir. à part, p. 15, et sess de Havre, p. 699.

(4) César : *De Bell. Gallic.*, l. II, cap. iv.

(5) Saint Hieronym, t. IV, 1[re] part., p. 255, l. I, cap. iii, édit. en 5 vol. in-fol., 1706.

(6) Sidoine Apollin. : *Panegyr. authem.* n[os] 244 etc., t. III du texte et traduct. de Grégoire et Collombet, 1836.

(7) Hipp. Gosse : Anciens cimetières trouvés soit en Savoie, soit dans le canton de Genève *Mém. de la Soc. d'Hist. et d'Arch.* de Genève, t. IX, 1857.

(8) Am. Thierry : *Hist. d'Attila et de ses successeurs*, Paris, 1856, t. I, p. 8, etc.

d'Avares venus à Byzance, mais ne fait aucune marque sur leur conformation céphalique (1).

Il paraît difficile de préciser la peuplade ou plutôt les peuplades ayant eu le singulier usage de se déformer diversement le crâne; toutefois, il semble qu'après avoir très-anciennement habité la région voisine du Caucase et de la mer Noire, lors des grandes migrations entraînant d'Orient en Occident, tant de nations différentes, elles seraient venues des bords du Tanaïs sur ceux du Danube, où elles paraîtraient s'être montrées vers le v^{e} siècle. Vraisemblablement, ainsi que je le disais en 1864 (2), à propos du crâne de Voiteur, ces macrocéphales danubiens, soumis aux dominations successives des Huns, des Avares et plus tard des Ouigours ou Hongrois, purent faire partie de leurs armées, dont les incursions pénétrèrent souvent en France, comme l'a fait voir M. L. Dussieux (3).

Quant à la déformation observée chez quelques habitants du département des Deux-Sèvres, peut-être devrait-elle être rapportée à la présence d'une autre peuplade danubienne? Rappelons que les Théiphales, dont Ammien Marcellin signale la présence en Thrace et en Germanie, auraient eu leurs cantonnements militaires auprès du *Pictavus pagus*, le Poitou, d'après la notice des dignités de l'Empire d'Occident, et se seraient fixés, d'après Grégoire de Tours, dans la région depuis appelée *pagus teofalgicus*, dont Tiffauges, sur la Sèvre Nantaise rappelle encore le nom (4).

DISCUSSION

M. Girard de Rialle fait observer que si les Galates d'Asie-Mineure parlaient la même langue que les Trévires, ceux-ci devaient employer non un idiome germanique, mais un idiome apparenté au Gaulois, puisque les Galates étaient des Gaulois venus en Asie. En tout cas les noms propres qui nous sont restés des Galates n'ont rien de germanique et, au point de vue linguistique, ont plutôt une apparence celtique.

M. Cartailhac signale l'absence de crânes déformés dans de nombreux ossuaires du Languedoc des XIII^{e} et XV^{e} siècles. Il pense que la déformation dite « toulousaine » est produite aujourd'hui inconsciemment et provient, comme tout le monde le sait, d'une façon de coiffer les jeunes enfants.

M. Topinard appuie cette dernière observation.

M. Zaborowski en dit autant du département des Deux-Sèvres, où l'on a remarqué une déformation spéciale qui est également produite par la coiffure et sans intention.

M. Lagneau — M. Girard de Rialle pense que le texte de saint Jérôme n'autorise pas à penser que les Galates aient parlé le germain. Saint Jérôme cons-

(1) *De Byzantinæ historiæ scriptoribus*, Philippo Labbe, p. 99, in-folio, 1648.
(2) *Bull. de la Soc. d'anthrop.*, t. V, p. 421, etc., 1864.
(3) L. Dussieux : *Essai hist. sur les invasions des Hongrois en Europe, et spécialement en France* 1839.
(4) Ammien Marcellin : liv. XXXI, cap. XI, p. 360, coll. Nisard. — *Notitia Dignitatum imperii, romani*, t. II, cap. XL, p. 122, id. de Böcking, 1853. — Grégoire de Tours: *Hist. eccl. Francorum* t. II, liv. V, cap. VII, p. 194 et liv. IV, cap. XVIII, p. 54, texte et trad. franç. de Guadet et Taranne, et *Vitæ Patrum*, cap. XV, liv. I., p. 1223, id. de A. Ruinart, 1699.

tate que les Galates ne parlent pas le grec, ainsi que les autres habitants de l'Asie-Mineure, mais ont conservé la même langue que les Trévires. Or, la plupart des auteurs anciens, Tacite entre autres, disent que les Trévires étaient Germains, voire même s'enorgueillissaient d'être Germains; et leurs descendants, les habitants de Trèves, ont encore conservé un idiome germanique. D'ailleurs, il n'y a rien de bien extraordinaire de voir que les Galates, dont les caractères anthropologiques ne différaient en rien de ceux des Germains, aient pu conserver un dialecte germanique.

Galatas excepto sermone Greco, quo omnis Oriens loquitur, propriam linguam eamdem pene habere quam Treviros, nec referre si aliqua exinde corruperint St. Hiéronym, t. IV, 1re part., p. 255. Commentarium in epist. ad. Galatas, l. I, cap. III, éd. en 5 vol., 1706, Paris, in-fol.

Treveri et Nervii circa affectationem Germanicæ originis ultro ambitiosi sunt, Tacite: de Mor. Germ. XXVIII.

Si M. Cartailhac, d'après les crânes anciens de différentes époques recueillis dans les environs de Toulouse, est arrivé à reconnaître que la déformation céphalique n'existait pas anciennement et ne s'est montrée qu'à partir du XVe siècle, il importerait de rechercher comment à cette époque, relativement récente, s'est introduit cet usage étrange de déformer ainsi la tête des enfants.

M. Girard de Rialle.— M. Lagneau n'a pas répondu à mon observation. Je la précise. Les Galates d'Asie-Mineure et les Trévires parlaient la même langue encore au temps de saint Jérôme; le fait est établi par le texte que vient de citer notre savant collègue. Or, ce qui reste de la langue des Galates est celtique et non germanique, donc la langue parlée par les Trévires était aussi un dialecte celtique et n'avait rien de germanique. Il y a là un fait matériel contre lequel ne peuvent prévaloir ni les assertions d'auteurs anciens peu versés en linguistique, ni les prétentions des Trévires et des Nerviens eux-mêmes.

M. Magitot, à propos de la marche des Cimmériens macrocéphales, signale à M. Lagneau l'existence d'un gisement de crânes déformés, récemment découvert dans le lit de la Tisza, un affluent du Danube, par un archéologue hongrois, M. de Lenhösseck (1). Ce détail serait de nature à confirmer l'existence d'un courant cimmérien ayant pénétré en Europe occidentale par le Danube. C'est probablement à ce courant qu'est due l'arrivée des éléments ethniques blonds dolichocéphales par l'Helvétie et les Alpes pennines jusqu'en Haute-Italie.

M. Magitot poserait ensuite une question à M. Lagneau : Est-il possible, en tenant compte de cet ensemble de documents sur la marche des Cimmériens et sur les notions principales de macrocéphalie, de conclure à l'unité ethnique des différents peuples traversés par ce courant cimmérien, unité qui semble s'être confirmée sur les points de répartition de la race kimrique sur notre sol ?

M. Lagneau. — Je vois que M. Topinard n'admet plus l'origine cimmé-

(1) *Comptes rendus du Congrès de Pesth*, 1876, p. 543.

rienne des déformations céphaliques de notre Occident. En effet, contrairement à Am. Thierry, ainsi que je l'ai dit précédemment, la parenté des Volces du midi et des Belges du nord-est des Gaules, paraît insuffisamment prouvée. Toutefois, il est juste de constater que la proportion relativement élevée des recrues de haute taille dans le département de l'Hérault, remarquée par Boudin (1) ne peut guère s'expliquer ethnologiquement que par la présence dans cette région d'anciens immigrés de haute stature. Ces immigrés sont-ils des Volces-Belges-Germains, ou bien des Wisigoths, qui paraissent s'être retirés en grand nombre dans la Septimanie, sur ce littoral méditerranéen après la bataille de Vouillé?

A la question de M. Magitot, je répondrai que déjà j'ai rappelé certaines coïncidences dans la répartition géographique de certains peuples cimmériens et de quelques crânes macrocéphales. Mais comme la plupart des régions géographiques occupées par les Kimmériens l'ont également été par d'autres peuples, lorsque je tiens compte de l'époque à laquelle Sidoine Apollinaire signale la présence des soldats macrocéphales d'Hormidac sur les bords du Danube, ainsi que de l'époque Helvéto-Burgunde à laquelle se rapportent les crânes macrocéphales trouvés en Suisse et dans notre Jura, je suis porté à penser que ces macrocéphales n'étaient pas d'origine cimmérienne, mais appartenaient à des peuplades s'étant portées bien moins anciennement vers notre Europe occidentale. A voir l'isolement des rares squelettes au crâne macrocéphale au milieu d'autres squelettes au crâne nullement déformé dans les sépultures du Jura, on est porté à penser que les guerriers macrocéphales n'étaient qu'en petit nombre dans les hordes dévastatrices faisant des incursions jusque dans notre Occident.

M. Dimitri ANOUTCHINE

Secrétaire de la Section anthropologique de la Société des Amis des sciences naturelles de Moscou.

REMARQUES SUR LA CAPACITÉ MOINDRE DU CRANE CHEZ LES RACES INFÉRIEURES

— Séance du 27 août 1878. —

M. Anoutchine ne pense pas qu'on puisse dire d'une manière absolue, que les « crânes les plus volumineux appartiennent, dans l'espèce humaine, aux races les mieux douées sous le rapport intellectuel, et dans chaque race aux sujets les plus intelligents ». En comparant les résultats

(1) Boudin : *De l'accroissement de la taille en France. Mémoire de la Soc. d'anthrop.*, t. II. p. 230 et 2ᵉ carte. 7 mai 1863.

du cubage des crânes fait par le même procédé (avec le millet) par divers craniologistes, il a pu dresser la liste suivante :

(Weissbach)..	Allemands.	1,521^{cc}	(Lauzert)	Russes	1,471^{cc}
(Welcker)....	Allemands.	1,448	(Wyman)....	Tchuktchi.	1,468
(Weissbach)..	Croates....	1,499	(Weissbach)..	Slovaves...	1,467
(Metchnikoff).	Kalmouks.	1,498	(Weissbach)..	Tchèques..	1,456
(Lucae)......	Chinois....	1,482	(Weissbach)..	Hongrois..	1,437
(Weissbach)..	Roumains..	1,478			

On voit que les Kalmouks et les Chinois ont le volume du crâne plus grand que plusieurs nations d'Europe et les Tchuktchi plus grand que, par exemple, les Hongrois. La grandeur de la tête chez les Kalmouks a été remarquée par plusieurs voyageurs, et Metchnikoff a trouvé chez 20 Kalmouks vivants une circonférence horizontale égale, en moyenne, à 576, et la même pour 20 crânes kalmouks. Baer a même trouvé chez les crânes qu'il a étudiés le chiffre de 588, tandis que chez les Parisiens modernes, il a seulement 525. M. Anoutchine pense aussi qu'on ne peut pas dire d'une manière absolue que le volume du crâne chez les races préhistoriques d'Europe était, en général, plus petit que chez les races modernes. On sait que chez les Parisiens contemporains le volume du crâne est égal, en moyenne, à 1,558^{cc} (chez les femmes, 1,337). En comparant avec ce chiffre celui des crânes préhistoriques, nous trouvons :

Crânes de Cro-Magnon.	1,550^{cc}
— —	1,590
— de Grenelle.	1,530
— de l'homme mort.	1,606
— de la Truchère, capacité crânienne appréciée . . .	1,925
— de Solutré	1,560
— —	1,428
— de Furfooz, jeune.	1,300
— — féminin.	1,450

De ces chiffres on ne peut pas fixer la conclusion que le volume des crânes chez les races préhistoriques était sensiblement moindre que chez les Parisiens contemporains. Reste seulement la race de Canstad et surtout le crâne de Néanderthal, qui n'avait pas (comme on le suppose) un volume plus grand que 1,200^{cc}. Mais ce caractère pouvait être individuel et exceptionnel, d'autant plus que nous savons que le crâne de Kay Lysse (personnage danois qui jouait un assez grand rôle dans la politique de son pays) a une capacité de 1,250^{cc}, et le crâne d'un Hongrois, étudié par Luschan, 1,195^{cc}.

On ne peut pas dire aussi d'une manière absolue que la différence entre le volume des crânes masculins adultes les plus grands et les crânes

les plus petits tend à s'accroître chez les races civilisées. Il est vrai que M. le Dr Le Bon a trouvé chez les Parisiens modernes cette différence égale à 592, tandis que chez les Parisiens du VIIe siècle elle est de 472, et chez les nègres australiens 284. Mais, d'autre part, M. Mantegazza a trouvé que les crânes masculins des Papouas de la Nouvelle-Guinée présentent la différence de 1,738cc a 1,205cc, c'est-à-dire égale à 533. De même M. Metchnikoff a trouvé chez les Kalmouks la différence de 1,740cc à 1,210cc, c'est à-dire 539.

Enfin, on ne peut pas dire, d'une manière absolue, que la différence entre le volume du crâne masculin et féminin est beaucoup plus grande chez les nations civilisées que chez les peuples demi-sauvages. Welcker, par exemple, a trouvé (en comparant 30 crânes d'hommes avec 30 crânes de femmes ; que cette différence chez les Allemands est égale, en moyenne à 148 (1,448-1,300). D'autre part, M. Mantegazza a trouvé que chez les Papouas elle est égale à 140 (1,425-1,285). Ces deux chiffres, 148 et 140, se rapprochent beaucoup, et cependant la différence dans le degré de la civilisation des deux peuples est immense.

DISCUSSION.

M. Lagneau. — Les crânes de la caverne de l'homme mort, qui sont assez nombreux (18) pour que leur moyenne de 1543cc88 ait une certaine valeur, montrent que des peuplades peu civilisées peuvent avoir une capacité cérébrale très-considérable, ainsi que le pense M. Anoutchine, et permettent de reconnaître en outre que la différence de capacité existant entre les deux sexes chez ces troglodytes néolithiques est minime (1) : 1,606cc5 chez l'homme, 1,507cc0 chez la femme, différence sexuelle 99cc5.

Néanmoins la culture de l'intelligence semble favoriser le développement crânien, et principalement celui de la région antérieure. Les mensurations comparatives prises par Parchappe sur des savants et des ouvriers, par M. Broca sur des étudiants en médecine et pharmacie et des infirmiers, par MM. Lacassagne et Cliquet sur des médecins militaires et des soldats, montrent toutes un développement céphalique principalement frontal, plus considérable chez les savants, médecins, étudiants, que chez les ouvriers, infirmiers, soldats (2).

M. Topinard reproche à M. Anoutchine d'avoir mélangé des chiffres de cubage obtenus par des méthodes et des opérateurs différents. Les écarts qui en résultent peuvent aller, pour un même crâne, jusqu'à 100 et 125 centimètres cubes. Chacun, en effet, procède à sa façon, bourrant avec le doigt, tapant, secouant avec le doigt et la main, sans obéir à aucune règle uniforme. Les matières

(1) Broca : Sur les crânes de la caverne de l'homme mort : *Revue d'anthr.*, t. II, p. 1 à 55, 1873.

(2) Parchappe : *Rech. sur l'encéphale*, 1er mém., p. 14. etc., Paris, 1836, in-8. — Broca: *Bull. de la Soc. d'anthrop.*, 2e série, t. VII, p. 878-886, 1872. — Lacassagne et Cliquet : Soc. de méd. publique : *Ann. d'hygiène*, 2e série, t. L. p. 50-72, juillet 1878.

employées : sable, millet, graine de moutarde, plomb de divers calibres, donnent lieu aussi à des divergences, mais les écarts obtenus par des observateurs différents pour une même substance sont au moins aussi forts. Quelle que soit cette substance, les règles de son usage doivent être régularisées minutieusement, de façon à en obtenir des résultats constants. Dans l'état de la science il n'est qu'une substance, le petit plomb n° 8, dont l'emploi ait ainsi été étudié et régularisé ; avec celui-ci tout cubage par la méthode, les *procédés* et les *instruments* prescrits, est rigoureusement semblable à lui-même pour un même crâne quel que soit l'opérateur, en Russie, en Amérique ou en France. M. Topinard se met du reste à la disposition des membres de la section pour leur prouver ce qu'il avance. Autant tous les autres systèmes employés sont défectueux entre les mains d'opérateurs différents autant le système français est précis. En une séance il se charge de faire que chacun de ses auditeurs puisse cuber un crâne et obtenir un chiffre le même, à 5 centimètres près, pour tous. Or les écarts d'une opération à l'autre, lorsqu'on rapproche, comme l'a fait M. Anoutchine, des chiffres de diverses provenances, atteignent ceux que donnent les écarts caractéristiques entre races humaines ou entre sexes.

M. Hovelacque. — Il me semble impossible de ne pas admettre que, d'une façon généra e, la capacité crânienne soit un caractère de race ; les tableaux comparatifs que l'on a dressés en font foi.

Au surplus, les Kalmouks ne constituent pas à proprement parler une race inférieure. Loin de là.

D'autre part, dans la capacité crânienne du Kalmouk, il y aurait à voir quelle est l'importance de la partie antérieure, quelle est l'importance de la partie postérieure.

J'ajouterai d'ailleurs qu'il n'existe pas en crâniologie une seule caractéristique fixant par elle seule la série humaine. Plusieurs caractères importants priment celui de la capacité; par exemple, l'indice nasal.

M. Anoutchine parle de la grande capacité crânienne de plusieurs races préhistoriques. Il parle de la grande capacité de la race de Cromagnon; mais on n'a cubé qu'un ou deux crânes de cette race! M. Broca a établi, d'ailleurs, que nous ne possédions, pour l'ordinaire, que les débris des individus les plus résistants, les plus forts, les mieux doués des races préhistoriques.

En ce qui concerne la différence de capacité de sexe à sexe, que je persiste à croire plus importante dans les races supérieures que dans les races inférieures, je ferai remarquer que le fait se produit manifestement dans une seule et même race. Il y a, sous ce rapport, plus de différence entre le Français des classes instruites et la femme qu'entre les Français moins lettrés et cette dernière. »

M. Gabriel de MORTILLET

Attaché au Musée des Antiquités nationales à Saint-Germain-en-Laye

---

PRÉSENTATION D'UN COMPTE-RENDU SUR L'OUVRAGE DE M. CHANTRE

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. DE MORTILLET distribue un compte-rendu de l'ouvrage de M Chantre sur *l'Age du Bronze,* compte-rendu publié par lui dans la *Revue d'Anthropologie,* 1877, tome VI, page 492. Il profite de l'occasion pour faire remarquer combien les objets de l'âge de bronze découverts en France, sont nombreux et variés. Cela prouve contrairement à l'assertion de quelques archéologues, arriérés de Prusse et de France, que l'âge de bronze a bien existé dans toute l'Europe et a été de longue durée.

M. le Dr MAUREL

Médecin de 1re classe de la Marine

DE LA FRÉQUENCE DE LA CARIE DENTAIRE CONSIDÉRÉE COMME CARACTÈRE ANTHROPOLOGIQUE.

— *Séance du 28 août 1878.* —

Les résultats pleins d'intérêt des recherches du docteur Magitot sur la répartition de la carie dentaire en France m'ont depuis plusieurs années inspiré le désir de faire, pour les diverses races du globe, ce qu'il avait fait pour les deux qui se partagent le sol de notre pays.

Quoique ma position de médecinn aviguant m'offrît quelques occasions de faire moi-même ces recherches, j'ai eu la pensée d'y associer un certain nombre de mes confrères et tout particulièrement mes collègues de la marine. Je dois entre autres remercier les docteurs Béranger-Férand, Kermorgant et Viraben, auxquels je dois une partie des observations que je vais résumer. Mon but est loin d'être atteint, il est vrai, mais, telles qu'elles sont, ces observations m'ont paru suffisantes pour faire ressortir l'importance qu'elles peuvent avoir comme caractère anthropologique, et c'est à ce titre que j'ai cru devoir faire connaître

leurs résultats. Pour donner aux recherches de mes collègues l'unité de direction, j'ai fait lithographier un tableau synoptique de la bouche.

Il comprend les 32 dents divisées d'abord par deux traits en mâchoire supérieure et mâchoire inférieure, et ensuite par deux flèches en côtés droits et côtés gauches. Les dents elles-mêmes, quoique imparfaitement dessinées, sont assez bien figurées pour qu'on puisse les reconnaître à première vue.

En tête de la feuille se trouve un questionnaire (1) portant sur les renseignements les plus importants, et dans le bas une légende comprenant six indications. Questionnaire et légende pourraient être plus complets, je l'avoue, mais je n'ai pas cru devoir les augmenter; d'abord parce qu'ils m'ont toujours suffi, et ensuite parce qu'ils me paraissent avoir le mérite de ne porter que sur des points dont tous les observateurs comprennent l'importance.

Muni de ce tableau, qui est individuel, l'observateur, après avoir répondu au questionnaire, examine la bouche en suivant un ordre toujours identique, qu'il choisit lui-même, et indique par les chiffres de la légende placés dans les dents du tableau les particularités présentées par les correspondantes de la bouche, au fur et à mesure qu'il les observe.

Les renseignements que j'ai pu me procurer, portent sur :

1° *La population de la France,*
2° *Celle de l'Islande,*
3° *Les Arabes,*
4° *Les immigrants indiens,*
5° *Les mulâtres de la Martinique,*
6° *Les noirs de la Martinique,*
7° *Ceux de la Guyane,*
8° *Métis de noirs et de galibis,*
9° *Les Galibis,*
10° *Les Annamites,*

en tout dix groupes.

Pour simplifier les études, dans les résultats que je vais donner, j'ai réuni sous le titre de dents cariées les quatre premières divisions de la

(1) La description du tableau étant insuffisante nous donnons seulement le questionnaire et la légende.

1. Race.
2. Age.
3. Sexe.
4. Profession.
5. Nom et prénoms.
6. Constitution héréditaire.
7. Constitution acquise.
8. État général de la dentition.
9. Dépôt de tartre.

LÉGENDE

1. Cariée.
2. Chicot.
3. Disparue naturellement.
4. Disparue par avlusion.
5. Dents de sagesse non apparues
6. Dents déviées.

légende correspondant aux dents cariées, disparues ou enlevées et aux chicots.

Les résultats intéressant réellement l'anthropologie ont été résumés dans le tableau suivant :

RACE ou PEUPLE.	Nombre de dents examinées.	Nombre de dents cariées.	Dents déviées.	Dents de sagesse non-apparues.	Proportions des dents cariées.	Proportions des dents déviées.	Proportions des dents de sagesse non-apparues sur 100.
Français	12800	1356	(1)	(1)	1 pour 9.43	(1)	(1)
Islandais	1600	100	(1)	(1)	1 pour 16	(1)	(1)
Arabes.	637	51	7	3	1 pour 12.5	1 pour 91	2.34
Immigrants indiens . .	1862	32	12	26	1 pour 58.2	1 pour 1.55	11.30
Mulâtres (Martinique). .	476	91	(1)	4	1 pour 5.25	(1)	6.66
Noirs (Martinique). . .	384	96	(1)	(1)	1 pour 4	(1)	(1)
Noirs (Guyane). . . .	601	108	3	7	1 pour 5.56	1 pour 200	4.48
Métis noirs et Galibis .	424	81	(1)	24	1 pour 5.23	(1)	35.
Galibis.	480	113	(1)	48	1 pour 4.34	(1)	61.11
Annamites.	465	31	13	14	1 pour 15	1 pour 35.8	23.33
	19730						

(1) Ces observations n'ont pas été faites.

Ainsi on trouverait *une dent cariée* pour :

9,43 dents saines chez les Français.

12,5 dents saines chez les créoles de la Martinique.

16 dents saines chez les Islandais.

58,2 dents saines chez les immigrants indiens.

Quoique ces quatre groupes appartiennent à l'espèce caucasique, on peut voir que le quatrième, celui des immigrants indiens, s'éloigne considérablement des autres.

Chez les noirs, que l'on considère souvent comme ayant des dents excellentes, mes observations, trop peu nombreuses pour me permettre d'être affirmatif dans le sens contraire, montrent tout au moins qu'il faut faire des réserves à cet égard.

Ceux de la Martinique ont une dent cariée sur quatre bonnes, ce qui les place de beaucoup au-dessous des peuples de l'espèce caucasique dont les moins favorisés n'ont qu'une dent malade sur 9.43.

Les noirs de la Guyane leur sont un peu supérieurs. Ils présentent une dent cariée pour 5,56 bonnes, ce qui les met cependant fortement au-dessous de la plupart des races qui vivent à côté d'eux.

Pour les Galibis, les seuls représentants de l'espèce américaine, la carie s'est encore montrée très-fréquente. Ils ont une dent cariée pour 4,34 saines.

Enfin les Annamites se rapprochent de quelques races caucasiques. Ils nous offrent une dent cariée pour 15 saines. A côté de ces races, que pour ce qui concerne mon sujet, je demande à considérer comme pures, il est intéressant de placer les résultats obtenus chez leurs métis. Pour les deux groupes qu'il m'a été permis d'observer, j'ai trouvé des chiffres intermédiaires. Ainsi, pour les mulâtres de la Martinique provenant des Français, dont la proportion est de 9.43, et de noirs, dont la proportion est de 4, j'ai trouvé le rapport intermédiaire 5,23.

Il en est de même pour les métis des indiens Galibis et des noirs de la Guyane. Le rapport, pour les premiers, est 4,34 et pour les seconds de 5,56 ; or, leurs métis m'ont donné le chiffre intermédiaire de 5,23.

L'étude des rapports des dents déviées se prête également à quelques considérations dignes d'intérêt. Je constaterai d'abord qu'ils ne suivent pas le même ordre que ceux des dents cariées.

De tous les groupes celui qui m'en a offert le plus est celui des Annamites : une dent déviée sur 36. Puis viennent, par ordre de fréquence, les Arabes, 1 sur 91, les immigrants indiens, 1 pour 155, enfin les noirs de la Guyane, 1 pour 200.

Les autres groupes n'ont pas été étudiés à ce point de vue.

Enfin, je terminerai en donnant quelques rapports sur *la non-apparition ou l'apparition tardive de la dent de sagesse*. Sans que l'âge ait toujours été indiqué, je dois dire que je n'ai compris dans ces statistiques que des adultes.

Les rapports que je vais donner tirent leur importance d'une communication faite, il y a quelques mois à peine, à la Société d'anthropologie de Paris, par M. Mantegazza, professeur à Florence.

D'après cet habile observateur, la dent de sagesse aurait une certaine tendance à disparaître chez les races qu'il appelle supérieures ou tout au moins à n'avoir qu'une évolution incomplète. Or, d'après mes recherches, en comptant 4 dents de sagesse pour chaque sujet et en rapportant à 100 le nombre de celles qui manquent, voici dans quel ordre se placeraient les différents groupes examinés :

Chez les Galibis.	sur 100 dents de sagesse	61	manquent.
Chez leurs métis avec les noirs. .	—	35	—
Chez les Annamites.	—	23,33	—
Chez les immigrants indiens. .	—	11,30	—
Chez les mulâtres de la Martinique	—	6,66	—
Chez les noirs de la Guyane. .	—	4,48	—
Enfin pour les Arabes.	—	2,34	—

Mes observations me conduisent donc à un résultat inverse de celui exposé par M. Mantegazza. Ce seraient les Galibis chez lesquels la dent

de sagesse manquerait le plus souvent ou apparaîtrait le plus tardivement, et cependant, c'est de beaucoup de tous les groupes observés, celui que je crois pouvoir considérer comme le plus primitif.

Je pense donc qu'il y a lieu de provoquer de nouvelles recherches sur ce sujet.

Bien d'autres considérations importantes pourraient ressortir en comparant le nombre des caries observées sur les deux mâchoires, dans les deux côtés et enfin dans les deux sexes,

Mais ce sont là toutes considérations qui intéressent plus la pathologie que l'anthropologie, aussi, laisserai-je ces côtés de la question dans l'ombre.

De ce qui précède, il résulterait donc que la plus ou moins grande fréquence de la carie dentaire reconnaîtrait pour cause une influence ethnique. Mais, est-ce à dire que ce soit la seule? L'étude étiologique de cette affection ne permet pas de l'admettre. Mais je pense que jusqu'à l'âge adulte, les autres causes n'ayant pas encore eu le temps d'exercer une action sensible, son degré de fréquence est bien la manifestation presque exclusive de cette influence. C'est donc à cet âge qu'il faut examiner les sujets, si on le fait au point de vue de l'anthropologie. A partir de ce moment, au contraire, son influence tend à décroître. Elle s'efface devant celle d'une foule de conditions de nourriture, d'usages spéciaux, et il n'y aurait rien d'étonnant que leur action devenant prépondérante, les proportions de fréquence fussent modifiées et même renversées. C'est là une étude qu'il serait intéressant de faire.

Tels sont les faits sur lesquels j'ai cru utile d'attirer l'attention ; je puis les résumer dans les conclusions suivantes :

1° *A un âge où les influences héréditaires n'ont pas été détruites par des causes accidentelles agissant sur les dents après leur évolution, la fréquence de la carie dentaire étudiée, sinon sur un sujet pris individuellement, mais sur un groupe d'adultes de même race, peut être considéré comme un caractère anthropologique que l'on aurait tort de négliger ;*

2° *La fréquence de la carie peut être considérée comme un caractère de race, mais ne saurait être élevée à la hauteur d'un caractère plus général, puisque nous voyons différentes races de l'espèce caucasique offrir les proportions les plus éloignées ;*

3° *La fréquence des dents déviées n'est pas encore assez connue pour qu'on puisse lui donner jusqu'à présent une valeur réelle, mais sa prédominance dans l'un de nos groupes appelle sur ce sujet de nouvelles recherches ;*

4° *Cette fréquence des dents déviées ne concorde pas avec celle des cariées ;*

5° *L'absence ou le développement tardif de la dent de sagesse n'a pas encore une signification anthropologique bien constatée.*

Telles sont les conclusions qui, jusqu'à présent paraissent découler des observations que j'ai recueillies. Mais je le répète, déjà quoique incomplètes, elles font ressortir un fait qui a son importance. Aussi, terminerai-je en émettant le vœu de voir le tableau synoptique être joint au questionnaire de la Société d'anthropologie. Ce serait le moyen le plus sûr de compléter rapidement ces observations et de fixer la science sur la valeur réelle de ce caractère anthropologique.

DISCUSSION

M. le Dr Magitot. — Les recherches de M. Maurel sont très-intéressantes et elles confirment pleinement les données déjà acquises sur l'influence ethnique dans la répartition géographique de la carie dentaire en général. Sur ce fait fondamental, M. Maurel le sait, nous sommes entièrement d'accord. Mais je demande la permission de lui présenter quelques observations sur des points de détail. Ainsi M. Maurel nous donne sur les différents peuples qu'il a examinés des rapports de fréquence indiqués par des *moyennes*. Il ne nous a pas dit sur quel chiffre d'observation elles sont basées. De plus, je désirerais lui demander si ces moyennes reposent elles-mêmes sur des nombres uniformes dans les séries observées. Ce sont là des conditions essentielles pour établir la valeur d'une statistique.

Dans une des dernières séances de ce congrès, et à propos d'un travail de M. Chervin (Voy. p. 805), j'ai déjà exprimé mes opinions personnelles sur le problème qu'aborde aujourd'hui de nouveau M. Maurel. Quelques-uns de nos collègues avaient cru pouvoir invoquer dans les conditions de production de la carie dentaire le rôle des milieux, de la composition du sol, etc. J'ai alors insisté pour faire prévaloir l'idée que j'avais émise depuis longtemps en faveur de l'influence de la race.

La carie dentaire est, on le sait, essentiellement héréditaire, mais il faut s'entendre ici sur le sens du mot *hérédité* dans les maladies. On n'hérite pas d'une maladie : La tuberculose, le cancer, etc., ne se transmettent pas à proprement parler. Ce qui se transmet, ce sont les prédispositions anatomiques ou physiologiques qui préparent et amènent ces maladies. Il faut encore ajouter qu'en se plaçant dans les conditions de transmission héréditaire de la prédisposition, la maladie elle-même ne se développe pas pour cela fatalement ; il faut d'autres éléments de production, ce qu'on appelle en médecine les *causes occasionnelles*. La carie dentaire obéit à ces mêmes lois générales. Ce n'est pas le lieu d'entrer ici dans le domaine de la pathogénie, mais je dois dire que pour ce qui regarde cette dernière maladie, elle consiste dans une lésion très spéciale, généralement peu étudiée et à peine connue. Or, en outre des influences héréditaire et ethnique incontestables, il faut lui reconnaître beaucoup d'autres causes accidentelles dont il est indispensable d'invoquer le rôle dans une pareille étude.

Ainsi, un fait m'a beaucoup frappé dans le relevé de M. Maurel, c'est l'existence de la carie dentaire chez les nègres de la Guyane. On sait en effet que la race noire est essentiellement réfractaire à cette maladie. Dans mes recherches personnelles aux riches galeries du Muséum, je n'en ai pas trouvé d'exemples. Il en a été de même dans une importante collection de crânes recueillis dans le sol de l'Egypte et envoyés à la dernière Exposition universelle en 1867. Dans cette collection figuraient des populations venues à plusieurs reprises du haut Nil et dont les crânes étaient absolument exempts de carie, tandis que les anciennes populations de l'Egypte en étaient assez fréquemment affectées.

Je serais donc porté à croire que dans l'explication de ces faits de carie dentaire observés par M. Maurel sur des noirs de la Guyane, il faut tenir compte d'autres influences comme par exemple les conditions plus ou moins difficiles de l'acclimatement d'une race transplantée. C'est là un fait bien constaté que les races déplacées de leur sol originaire, subissent inévitablement des influences morbides très diverses. Cela se reconnaît très bien par exemple sur les créoles de nos colonies en général.

D'après ces diverses raisons, il me semble que nous devons considérer les résultats que nous fournit aujourd'hui M. Maurel, seulement comme des données provisoires fort importantes à enregistrer toutefois, et qui resteront très-utiles dans les recherches ultérieures sur ce problème.

M. le Dr Maurel. — Les observations du docteur Magitot, en ce qui concerne ma communication, portent sur deux points.

Le premier est relatif au nombre de dents examinées. Ce nombre figure dans ce tableau, et ce n'est que pour ne pas abuser des moments de la réunion, que j'ai omis de les donner. Ces chiffres sont, en effet, peu élevés pour certains groupes, et je le regrette. Je dois cependant faire remarquer que, lorsque les faits particuliers composant une statistique se présentent avec des caractères constamment identiques, on peut se montrer moins sévère au point de vue du nombre.

Or, il suffira de parcourir les tableaux des immigrants indiens pour voir combien l'un ressemble à l'autre. Il en est de même de ceux représentant les bouches des noirs, soit de la Guyane, soit de la Martinique : l'on ne voit pas une bouche très-belle succéder à une autre très-mauvaise. Elles sont toutes presque exemptes de carie pour les coolies et toutes largement envahies par cette affection chez les noirs, et cela, je puis le dire, d'une manière uniforme. Je le répète, cette uniformité des résultats doit éloigner de l'esprit la crainte d'être tombé sur ce que l'on appelle *une série*. Les chiffres que je donne représentent moins une moyenne fictive résultant de données très-éloignées, mais correspondent, à peu de chose près, à chacun des faits pris isolément.

Cependant, cette restriction faite, je suis prêt à reconnaître, avec le docteur Magitot, que les résultats que je donne ne pourraient que gagner à être basés sur des observations plus nombreuses, et je me promets de le satisfaire sur ce point dans quelque temps.

Le second point est celui de la fréquence de la carie dentaire chez la race noire. Le docteur Magitot est étonné de voir cette affection si fréquente dans

cette race et cela d'autant plus que ses observations personnelles avaient confirmé l'opinion générale.

Or, je l'ai déjà dit, l'étonnement du docteur Magitot, je l'ai partagé, mais j'ai dû me rendre à l'évidence.

Deux causes me paraissent avoir contribué à faire admettre l'opinion contraire ; d'abord parce que, par une circonstance qui est restée pour moi sans explication, ce sont les incisives et les canines, c'est-à-dire les dents les plus apparentes, qui sont le plus rarement atteintes, et ensuite parce que la couleur de la peau tranche avec la blancheur de leurs dents et les fait ressortir.

M. Magitot croit pouvoir expliquer la différence entre ses observations et les miennes par un changement de climat et un défaut d'acclimatement. Je regrette de ne pas partager son opinion sur ce point.

Je l'ai dit, la fréquence de la carie dentaire n'est pas un caractère d'espèce et par conséquent l'on ne saurait conclure d'une race noire quelconque à l'espèce éthiopienne tout entière. Il peut se faire que parmi ce grand nombre de peuples habitant les côtes et l'intérieur de l'Afrique, les uns se fassent remarquer par une belle denture et d'autres par une mauvaise. Ce ne serait que la reproduction de ce que j'ai déjà constaté pour l'espèce caucasique.

Je serais d'autant plus porté à admettre cette explication que les crânes examinés par le docteur Magitot provenaient des régions orientales d'Afrique, et qu'au contraire, la plupart des noirs qui ont peuplé nos colonies des Antilles et de la Guyane viennent de la côte occidentale.

Quant à l'influence du déplacement, sans le nier complétement, je suis porté à ne lui attribuer que peu d'influence.

Voyons, en effet, à quoi l'on serait conduit si on lui attribuait le rôle principal. D'abord, il faudrait admettre que cette influence ne se fait sentir que sur les noirs, tandis qu'elle serait restée sans résultat sur les Annamites, les coolies et les Arabes qui, comme eux, ont été transplantés.

Or, de tous ces peuples, c'est certainement le noir qui résiste le mieux au climat de la Guyane. Comment donc expliquer cette exception pour la carie dentaire seule ? De plus, ce ne sont pas seulement les noirs de la Guyane qui ont présenté une mauvaise denture, mais aussi ceux des Antilles.

Je crois donc que cette influence, si elle existe, n'est que secondaire.

Il en est de même d'une autre cause, la pauvreté des eaux de la Guyane en matières salines ne s'élevant pas pour beaucoup d'entre elles à plus de 0 gr. 05 par litre. Mais, je le répète, cette cause, de même que la précédente, outre qu'elle me paraît peu importante, est générale. Elle agit sur tous les habitants et ne saurait, par conséquent, expliquer ni la fréquence beaucoup plus grande de la carie dentaire chez les noirs, ni les différences de résultats entre les observations du docteur Magitot et les miennes.

M. le D^r^ Bertillon insiste aussi sur la nécessité de donner la somme des observations, et recommande à M. Maurel de substituer à son mode de détermination de la proportion des caries, en indiquant combien il y a de dents saines pour une dent cariée, celui bien plus commode et plus usité qui consiste à chercher le nombre des dents cariées pour cent dents saines.

M. le Dr COUDEREAU

LA RELIGIOSITÉ DANS LES RACES ET DANS LES CIVILISATIONS.

— *Séance du 28 août 1878.* —

La religiosité est un fait qui a été constaté dans la plupart des groupes humains. Quelques-uns de nos collègues l'ont regardé comme universel et ont cru pouvoir en faire la caractéristique de l'homme, et par là, le distinguer assez nettement du reste de l'animalité pour le ranger dans un règne spécial, le règne humain.

D'autres, considérant les facteurs du problème comme échappant au contrôle de la science expérimentale, sont d'avis qu'il faut l'écarter purement et simplement de la discussion.

Je pense que la religiosité a acquis dans l'humanité une importance historique assez considérable pour mériter que nous lui réservions une place dans nos études, — moindre pourtant que celle qu'ont voulu lui faire les partisans du règne humain.

Les voyageurs ont trouvé, — non partout, mais presque partout, — des manifestations religieuses. Ces manifestations diffèrent suivant les milieux. A quoi tiennent ces différences; au degré de civilisation, ou à la race? Elles n'ont été considérées jusqu'ici que dans leurs relations avec la civilisation. J'ai cru voir là une lacune et je viens vous soumettre quelques considérations qui me semblent de nature à faire attribuer ces caractères différentiels à une différence d'organisation cérébrale. Je les crois d'ordre ethnique. Des observations du même ordre ont démontré que les aptitudes musicales diffèrent considérablement suivant les races (Fetis).

Permettez-moi d'entrer dans quelques considérations préliminaires indispensables.

Pour que le phénomène *religion* se montre dans l'humanité d'une manière aussi générale, il faut bien admettre que cette manifestation répond à un véritable *besoin*. Laissant de côté toute polémique doctrinale, recherchons quel est son rôle dans l'histoire du développement normal des sociétés humaines.

L'homme, dans quelque groupe que nous l'observions, cherche à s'expliquer la cause des phénomènes dont il est témoin et à les utiliser à son profit. L'humanité enfant procède comme l'homme enfant dans ses observations et ses déductions. Elle considère comme animés tous les objets qui l'entourent, leur prête une volonté semblable à la sienne et

une puissance en rapport avec la grandeur des phénomènes qu'elle constate.

Telle est l'origine du fétichisme, mais ce n'est pas encore le fétichisme religieux. La croyance au pouvoir d'un être quelconque n'est que le résultat de l'interprétation fausse d'un phénomène plus ou moins incomplétement observé. C'est une hypothèse, erronée sans doute, mais légitime, et susceptible de redressement sous l'influence d'observations ultérieures. C'est le premier pas dans la voie de l'observation scientifique. Les erreurs d'interprétation d'une part, le charlatanisme des sorciers de l'autre, la font bientôt dégénérer en fétichisme religieux.

Un certain nombre de peuplades africaines semblent en être encore à la phase de début, à l'hypothèse pure et simple.

D'après Livingstone, les Béchuanas ne présentent aucune trace de religion ; et cette opinion a été confirmée à notre collègue Letourneau par le jeune roi de la tribu, Tsekélo, lors de son passage à Paris.

White Baker a fait des constatations analogues chez un certain nombre de tribus du haut Nil, entre autre chez les Akkas et les Latoukas. Il rapporte entre autres une conversation curieuse qu'il eut, à propos de religion, avec Commoro, roi des Latoukas, et qui ne laisse aucun doute à cet égard.

La plupart des petites peuplades africaines présentent le fétichisme religieux, avec un culte et des sorciers.

On n'a point constaté jusqu'ici un groupe social restreint, peu civilisé, ayant dépassé cette forme religieuse que nous retrouvons, non-seulement à l'origine de toute religion, mais mêlée encore aux pratiques de toutes les religions qui s'en croient le plus complétement débarrassées.

Le fétichisme est d'autant plus grossier que la tribu est plus inférieure. La nature des fétiches varie d'ailleurs suivant le milieu, les besoins spéciaux et les habitudes de ses adorateurs.

Chez les peuples de civilisation sémitique, à mesure que l'état social progresse, le fétichisme passe des objets inanimés aux animaux, puis aux astres. Grâce aux progrès de la civilisation et de la science, l'idée religieuse devient moins matérielle et l'on voit apparaître le polythéisme, puis le monothéisme.

Chez les peuples de civilisation aryenne, le fétichisme affecte de préférence le caractère météorologique et passionnel ; l'anthropomorphisme y est général. Il aboutit facilement au polythéisme ; mais il semble absolument réfractaire au monothéisme.

Alors que nous voyons les peuples de civilisation sémitique ou aryenne, modifier leurs formes religieuses à mesure qu'elles modifient et élargissent leurs institutions sociales, si nous considérons les populations de l'Orient et notamment les races jaunes, nous constatons que malgré un

état de civilisation très-ancien et très-perfectionné, elles n'ont pas dépassé, au point de vue religieux, la forme fétichique.

Je ne ferai point entrer en ligne de compte le panthéisme, doctrine métaphysique qui doit être considérée comme une transition entre l'idée religieuse et la philosophie scientifique exempte de toute influence surnaturaliste.

Nous ne connaissons guère que deux religions monothéistes, celle de Jéhovah et celle d'Allah. Toutes deux sont d'origine sémitique et n'ont pu s'imposer qu'à des peuples de civilisation sémitique. Elles semblent avoir toujours été incompatibles avec les autres éléments ethniques.

La religion chrétienne que professent la plupart des peuples de civilisation aryenne n'est point une religion monothéiste, quoi qu'on en ait pu dire. Sa trinité la rattache forcément au polythéisme. C'était, à son origine, un oligo-théisme, si l'on veut, et elle est restée à peu près à cet état oligothéiste dans les sectes protestantes. Mais dans la secte catholique, l'adjonction de la déesse, mère du Christ, dont le culte tend chaque jour à devenir prépondérant et à primer celui de la trinité elle-même, et l'invention d'une multitude de divinités secondaires qui, sous la dénomination de saints et de saintes, se disputent et se partagent le culte des catholiques, ont fait depuis longtemps à cette religion un panthéon infiniment plus riche et plus varié que ne le furent jamais ceux de la Grèce et de Rome.

Le fétichisme aussi s'y mêle à haute dose, et les populations africaines se trouveraient bien pauvres si elles comparaient le nombre de leurs fétiches à ceux de la seule population de la France où, forêts, citernes, statues, chapelles, tombeaux, reliques, morceaux de bois, fétus de paille, fragments d'os, scapulaires de toutes sortes, médailles, etc., etc., sont offerts par millions à l'adoration des dévots.

En résumé :

Le fétichisme est la seule forme religieuse qui se rencontre d'une façon constante dans toutes les sociétés pratiquant une religion quelconque.

C'est la seule forme compatible avec les peuplades qui présentent un faible développement cérébral et dont la civilisation est rudimentaire.

Certaines races, même avec un développement crânien supérieur et présentant une civilisation très-développée, — en particulier la race jaune, — se sont montrées jusqu'ici réfractaires à toute autre forme religieuse.

La plupart des races civilisées sont arrivées à la conception religieuse polythéiste.

Les peuples de civilisation sémitique présentent seuls une organisation cérébrale capable d'une conception religieuse monothéiste.

Les peuples de civilisation aryenne auxquels on a tenté d'imposer une religion monothéiste, ne l'ont subie qu'en apparence et l'ont constamment et fatalement modifiée et transformée en une religion polythéiste.

Il existe des tribus à faible développement crânien et n'ayant que des rudiments de civilisation, qui n'ont encore aucune conception religieuse, et même y semblent réfractaires. Il a dû y avoir une phase semblable à l'origine de toutes les sociétés.

Chez les sociétés arrivées à la phase scientifique de leur développement, l'homme demande à la science la raison d'être des phénomènes et en déduit la conception du monde, et dès lors les hypothèses religieuses devenues inutiles, sont abandonnées.

Toutefois, cette conception nouvelle et cet abandon des hypothèses religieuses n'ont pas été observés jusqu'à présent sur un groupe social, mais seulement sur des individus appartenant aux sociétés les plus civilisées.

DISCUSSION

M. Hovelacque croit que c'est une erreur de prétendre que le monothéisme ait partout procédé du polythéisme. Il y avait en Arabie, parmi les populations qui ont adopté le monothéisme musulman, des groupes de fétichistes. Et ne voyons-nous pas, d'ailleurs, de nos jours, les Arabes répandre dans l'Afrique fétichique leurs croyances religieuses. Cette conversion de peuplades fétichiques à un monothéisme ardent, exclusif, envahissant, n'a en outre rien de particulièrement favorable au progrès. On peut même la déplorer, car elle fait des croyants positifs et dangereux de peuples aux superstitions infinies sans doute, mais sans lien entre elles et qui ne fournissent aucun principe d'action.

M. Hovelacque ne croit pas non plus que le fétichisme soit indéracinable. On peut très bien élever un enfant sans idées religieuses, sans superstitions fétichiques.

M. Girard de Rialle n'accepte pas l'opinion de M. Hovelacque sur le fétichisme des Arabes. Et quand au *saltus* des nègres, du fétichisme au monothéisme, ils ne le font pas par conviction et à la suite d'une évolution de leurs idées, mais par la force, par l'épée. En dépit d'ailleurs du vernis extérieur de monothéisme, ils restent profondément fétichiques. Le livre même de la religion nouvelle monothéiste, le Coran, est devenu chez eux l'objet d'un culte fétichique.

M. Coudereau déclare qu'il ne trouve dans tout ce qu'on vient de dire à propos de sa communication, aucune contradiction formelle à ses idées. M. Girard de la Rialle retrouve partout la religiosité, mais cela vient de ce qu'il classe comme idées religieuses de simples hypothèses sur la nature des phénomènes les plus frappants, de simples vues rudimentaires sur le monde. Il n'y a là qu'une différence d'appréciation.

Le monothéisme qu'il retrouve ailleurs que chez les Sémites, à la suite

d'une condensation ou d'une absorption de plusieurs divinités en une seule, n'est qu'une apparence. Lorsque le roi, comme au Pérou, finit par se confondre avec la divinité, cette divinité devient bien unique. Maisle roi, celui-là même qui dit : le dieu c'est moi, est peut-être le seul monothéiste de son royaume.

M. Coudereau croit comme M. Hovelacque, que l'enfant ne naît pas religieux, et qu'on peut l'élever sans idées religieuses. Aussi n'a-t-il point dit que le fétichisme est indéracinable dans l'humanité. Il a dit, ce qui est bien différent, qu'il était indéracinable dans les religions.

M. l'abbé Tissot prend la parole pour protester contre ce qui a été dit sur la nature polythéiste de la religion catholique. Il croit bien connaître le catholicisme. Or, on ne lui a jamais enseigné l'existence de plusieurs dieux.

M. le Dr PRUNIÈRES

à Marvéjols (Lozère)

BLESSURES PAR LES ARMES DE SILEX ET LÉSIONS PATHOLOGIQUES DIVERSES SUR DES OS HUMAINS DE L'ÉPOQUE NÉOLITHIQUE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 27 août 1878* —

M. Prunières montre des pièces anatomiques recueillies dans les dolmens de la Lozère et relatives aux blessures par les armes de silex et aux lésions pathologiques que l'on remarque sur ces restes humains de l'époque néolithique. Cette communication très-intéressante, surtout par la vue des objets, a donné à M. Parrot l'occasion de révéler un fait très curieux; c'est l'existence de la syphilis à l'âge de la pierre polie. Deux fragments de crânes d'enfants présentent les caractères indiscutables d'ostéophyte provenant de la syphilis, telle qu'on l'observe sur les enfants issus de parents atteints de cette maladie vénérienne.

DISCUSSION

M. le Dr Parrot a étudié attentivement deux fragments d'os crâniens d'enfants que lui a communiqués M. Prunières. Ces deux fragments portent des lésions identiques aux ostéophytes qu'on observe sur les crânes d'enfants syphilitiques. Il doit donc croire qu'elles sont elles aussi de nature syphilitique.

M. Broca adresse ses félicitations à M. Prunières pour les découvertes qu'il vient de faire connaître. La plus importante est assurément celle de la syphilis. Il avait hésité dans le temps à faire remonter d'après ces faibles documents, l'existence de la syphilis à une époque aussi reculée. Mais après les

comparaisons établies par M. Parrot et les conclusions qu'il en tire, il ne peut plus hésiter. La syphilis existait bien chez nous dès l'époque néolithique.

Les idées qu'on se faisait sur son origine seront d'ailleurs bientôt profondément modifiées.

Dans des sépultures américaines antérieures à la conquête on a recueilli des pièces osseuses ayant tous les caractères des altérations syphilitiques.

On a éprouvé aussi d'abord quelque hésitation sur la nature des blessures des os recueillis par M. Prunières. Mais depuis qu'on a sous les yeux toute la série de ces os on ne peut douter que les lésions qu'ils portent n'aient été faites avec des armes en silex.

M. Broca seulement ne pense pas que l'extraction des pointes des flèches implantées dans les os ait pu être opérée par les chirurgiens de cette époque. Les procédés d'extraction étaient probablement alors très-peu efficaces et ne consistaient peut-être qu'en de simples incantations. Mais il a pu fort bien arriver qu'à la suite d'un travail de réparation, les pointes de flèche aient été rejetées spontanément hors de l'organisme.

M. Prunières répond qu'il n'y avait qu'à prendre la flèche par le pédoncule pour l'extraire. Une extraction de ce genre était aussi simple que facile. Voilà pourquoi il a cru pouvoir en signaler la pratique. Mais d'ailleurs plusieurs observations prouvent que l'on avait alors des connaissances chirurgicales.

MM. FONTÈS, De LIMUR et le Dr MAURICET

NOTE SUR UNE VISITE FAITE AU BASSIN DE PENHOET A SAINT-NAZAIRE.

— *Séance du 28 août 1878.* —

Le lundi, 13 août, nous arrivions à Saint-Nazaire, vers 8 heures du soir. Un de nous se rendit immédiatement chez notre collègue de la Société polymathique, M. René Kerviler, ingénieur, chargé de construire le bassin maritime de Penhoët, et que nous avons eu le regret de ne pas rencontrer, car il était à Paris depuis quelques jours et ne devait rentrer que le samedi suivant.

Cependant, dès le lendemain matin, guidés par un employé du bureau des ponts et chaussées, nous visitions les gigantesques mouvements de terre en cours d'exécution dans ce bassin dont une faible partie seulement est muraillée. Vers le nord, se trouve un massif granitique que quelques centaines d'ouvriers attaquent à la pioche et à la mine.

Nos recherches ayant pour objectif tout particulier l'étude des dépôts

sédimentaires stratifiés, aux différents étages desquels se sont trouvés des objets préhistoriques, nous avons tous les trois suivi avec soin les tailles où ces sédiments se montrent.

M. Perot, entrepreneur général du bassin, a bien voulu, avec une obligeance dont nous ne saurions trop le remercier, nous montrer ces tailles et même nous en faire abattre des échantillons, nous donner des explications précises et nous montrer, dans son cabinet, la série, parfaitement complète, des sédiments des diverses cotes. Ces dépôts sont toujours très-minces et séparés par de petites couches fortement micacées, ainsi qu'il est facile de le constater sur l'échantillon que M. Perot a bien voulu faire abattre, en notre présence, et que j'ai l'honneur de soumettre à votre examen. Cet échantillon a été pris à la 23e cote, un mètre plus bas que le point où a été trouvée la hache en silex, montée dans un bois de cerf, encore munie de son manche en frêne et, à notre avis, en tout semblable à celles que l'on trouve dans les stations de Robenhausen et de Saint-Aubin. Notre obligeant conducteur a bien voulu nous mettre aussi, dans les mains, un fragment de vase en terre grossière, identique, lui aussi, à ceux des stations lacustres. D'autre part, M. le docteur Mauricet a reconnu sur les parois intérieures de ce vase, des empreintes curieuses d'un Madrépore ; ce qui démontre bien une station toute marine.

Il nous a été impossible de pousser notre examen au-dessous de la 23e cote ; car, bien que des puits foncés pour la recherche de la roche vive descendent à une plus grande profondeur, leur muraillement constitue un obstacle à toute étude. Etablis tout d'une pièce, ces puits s'enfoncent, en effet, comme les trousses coupantes, et bouleversent les stratifications qu'ils traversent.

Voilà ce qu'il nous a été donné de voir et d'examiner. Conduits partout par M. l'entrepreneur général, nous avons, sur place, reçu de lui et des conducteurs présents à toutes les découvertes, les renseignements les plus détaillés.

Et cependant, malgré toutes ces indications et un long examen des lieux, nous avons dû reconnaître, après nous être consultés tous les trois, que nous n'avions point encore les éléments nécessaires pour nous permettre de formuler des conclusions sur les questions soulevées par M. Réné Kerviler. A notre humble avis, il faudrait, non des jours, mais des semaines d'études sur les lieux, pour se croire prudemment en possession de ces éléments. Il nous est donc impossible, nous l'avouons sans détour, d'émettre une opinion quelconque, soit pour, soit contre les conclusions de notre savant collègue qui s'est trouvé dans de meilleures conditions.

M. René KERVILER

Ingénieur des Ponts et Chaussées à Saint-Nazaire.

LE CHRONOMÈTRE PRÉHISTORIQUE DE SAINT-NAZAIRE. RÉPONSE AUX OBJECTIONS DE MM. DE MORTILLET ET SIRODOT.

— *Séance du 28 août 1878.* —

MESSIEURS,

Il me fut impossible de me rendre, l'année dernière, à votre congrès du Havre, où les assertions de mon étude sur les fouilles archéologiques du bassin de Penhouët à Saint-Nazaire-sur-Loire, publiée dans la *Revue archéologique* en mai 1877, furent vivement attaquées par MM. de Mortillet et Sirodot. Une réponse était cependant nécessaire, car il s'agit d'une question fort importante au point de vue des formations géologiques quaternaires ou contemporaines; et je ne pouvais laisser passer sans protestation, dans le volume de vos Mémoires, des articles qui me représentent comme ayant abusé de la simplicité des lecteurs de la *Revue* pour arranger des faits à ma guise, au bénéfice d'un système.

J'espérais pouvoir vous apporter moi-même ma justification; mais ayant été appelé à Paris il y a quinze jours, pour les affaires de mon service, je me trouve encore dans l'impossibilité de me rendre à vos séances, et je vous prie de vouloir bien m'excuser si je vous présente ces courtes observations par écrit. Je serai aussi bref que possible, et je m'abstiendrai scrupuleusement de toute personnalité blessante; je ne ferai même pas comme l'un de mes adversaires, qui m'accuse d'ignorer les principes les plus élémentaires de l'hydraulique et de la géologie, et qui prétend quelque part « que je confonds l'*âge de bronze* de la mythologie ancienne avec l'*âge du bronze*, belle découverte moderne. » J'ai l'habitude de traiter plus sérieusement mes honorables contradicteurs.

Voici, en deux mots, le fond du procès.

En creusant le bassin de Penhouët à Saint-Nazaire, j'ai rencontré une ancienne vallée à flancs de granit et de gneiss très-tourmentés, autrefois fort profonde, et totalement comblée par les alluvions de la Loire, ce qui rend les fondations des quais extrêmement difficiles. Ayant recueilli dans une couche de sable et de gravier située actuellement à 1m,50 au-dessous des basses mers, des débris gallo-romains caractéristiques datés par une médaille du César gaulois Tétricus, — et dans une autre couche située à 2m,50 plus bas, une grande quantité d'objets de l'âge du bronze : poteries, épées, poignard, datés, comme époque de transition, par une

douille en corne de cerf ayant servi à l'emmanchement d'une hache en pierre polie, — je préjugeai, d'après cette superposition et par une simple règle de proportion, que la couche qui m'avait fourni les objets de l'âge du bronze devait remonter au v[e] siècle avant l'ère chrétienne. Ce calcul élémentaire et ces prévisions furent bientôt confirmés, lorsqu'ayant réussi à décomposer toute la masse de l'alluvion supérieure, je reconnus qu'elle offrait alternativement et régulièrement des couches de sable, d'argile et de débris végétaux, se succédant toujours dans le même ordre, et que la moyenne d'épaisseur d'une série de ces trois couches était d'environ 3 millimètres. La persistance régulière de la couche de débris végétaux me fit admettre la périodicité annuelle, et j'en conclus que l'épaisseur séculaire de l'alluvion de la Loire, dans l'ancienne baie de Penhouët, devait être fixée à 35 centimètres par siècle. J'arrivais ainsi, par deux procédés absolument distincts, à fixer la date des objets de l'âge du bronze recueillis jusqu'alors, aux environs du v[e] siècle avant notre ère; et la série des alluvions de Penhouët pouvait s'appeler exactement un chronomètre préhistorique.

M. de Mortillet affirme que ces conclusions sont téméraires.

Et d'abord, dit-il, M. Kerviler a beaucoup varié dans ses indications de la profondeur des couches ayant fourni les objets archéologiques : il en a donné de différentes, selon les besoins du moment. Ses calculs ne reposent donc sur aucune base sérieuse.

Je répondrai : 1° Que les cotes indiquées dans le Mémoire de la *Revue archéologique* ont seules été données comme définitives, et ne contiennent qu'un désaccord typographique rectifié plus tard, dans un erratum (le graveur de la planche de la coupe transversale ayant gravé la cote (—1.00) sur la couche gallo-romaine, au lieu de la cote (—1.50) qui se trouve bien imprimée dans le texte); je n'ai songé en effet à relever exactement, et avec des instruments de nivellement, la profondeur des couches archéologiques que lorsque je me suis aperçu qu'il était possible d'arriver à déterminer leur âge : toutes les indications que j'avais données jusque-là ne visaient aucunement à la précision de profondeur, car je n'attachais d'importance qu'à la détermination des objets, sans penser à leur date; et ce n'est que très-tard que j'ai découvert l'échelle chronologique de la stratification.

2° Que les divergences signalées sont beaucoup plus apparentes que réelles. En effet les couches renfermant les objets archéologiques sont absolument horizontales sur une vingtaine d'hectares : Mais il n'en est pas de même de la partie supérieure de la vasière, remaniée sur un mètre de profondeur environ par la petite dune de sable qui dans toutes les anses de la Loire se forme en ceinture supérieure lorsque la hauteur de l'alluvion a dépassé le niveau moyen de la mer. Il est donc

tout naturel qu'à une époque où je ne rapportais pas les cotes au niveau fixe et horizontal des basses mers, mais à la surface supérieure de la vasière, j'aie pu donner des profondeurs différentes pour des objets disséminés sur les vingt hectares d'une même couche horizontale. — A ce propos, je relèverai la phrase suivante de M. de Mortillet : « Veut-on maintenant un aveu naïf de M. Kerviler, dit-il dans un article de la *Revue scientifique* : — La surface supérieure de la vasière, a-t-il écrit, a été inégalement remaniée. — Il y a eu des remaniements ! mais alors le chronomètre n'a plus de base solide. Et pourquoi, puisque le dépôt est si homogène, n'y aurait-il pas eu également remaniement aux autres niveaux à l'époque où ils étaient surface supérieure ? » M. de Mortillet n'a donc pas examiné mes coupes de terrain ; — J'ai précisé nettement le point unique des remaniements et dans ces limites cela ne détruit en rien les bases du chronomètre. Pourquoi n'y en a-t-il pas eu aux autres niveaux ? mais tout simplement parce qu'à tous les autres niveaux, on peut constater la parfaite horizontalité de toutes les petites couches dans toute la profondeur de l'alluvion. Cela exclut toute supposition de remaniement. M. de Mortillet aurait pu le constater par lui-même s'il était venu visiter les fouilles de Penhouët. — J'y suis allé, s'écrie-t-il triomphalement dans le même article ; et après avoir examiné le dolmen qui domine la baie, j'ai étudié avec soin les alluvions. — Me permettra-t-il une question indiscrète ? N'est-ce pas à l'époque du Congrès de Nantes en 1875 qu'il est venu à Saint-Nazaire ? Or à cette époque, ni lui ni moi ne soupçonnions la stratification des alluvions de Penhouët : je ne l'ai observée et signalée qu'à la fin de l'année 1876.

3° Enfin les divergences signalées, fussent-elles réelles, n'auraient qu'une importance absolument secondaire. Leur écart maximum ne ferait en effet varier que de quelques centimètres la moyenne attribuée à l'épaisseur séculaire des alluvions. Qu'elle soit de $0^m,30$ ou de $0^m,35$, cela ne modifie pas sensiblement les conclusions : ne doit-on pas se trouver très-heureux d'arriver à un siècle près dans les supputations préhistoriques ?

Mais j'ai hâte d'arriver à des affirmations plus graves.

Mon calcul chronométrique n'a aucune valeur, selon M. Mortillet, parce qu'il suppose que les dépôts se sont effectués de la manière la plus régulière, et pour soutenir cette thèse, il ne faut pas avoir la moindre notion des données de l'hydraulique : et prétendre que, — malgré les différences de boisement et de déboisement, de cours libre et d'endiguement, de voisinage et d'éloignement des côtes, d'eaux profondes ou de fonds découverts à marées basses, de remaniements et de non remaniements, de soulèvements et d'affaissements du sol, de

présence et d'absence d'un cours d'eau, — le dépôt annuel d'une alluvion d'estuaire est exactement le même pendant une longue série de siècles, c'est méconnaître toutes les lois de l'hydraulique.

Il est pénible d'avoir à répondre à une pareille accusation après avoir fait profession spéciale pendant plus de quinze ans d'étudier et d'approfondir ces mêmes lois. Je répondrai cependant :

Ici encore M. de Mortillet ne présente, fort habilement du reste, qu'un des côtés de la question. Ce mode de discussion peut sembler péremptoire à ceux qui n'ont pas lu mon étude de la *Revue archéologique :* il n'en sera pas de même pour ceux qui se sont donné la peine de la lire.

Il y a deux parties bien distinctes dans cette étude : la constatation d'un fait positif, et l'explication théorique d'un phénomène concordant avec la constatation de ce fait. Le fait, c'est la succession régulière des couches alternant trois par trois, sable, argile et débris végétaux, et la fixation de l'épaisseur séculaire moyenne à 35 centimètres : cela ne résulte d'aucune théorie, mais de la simple observation positive : le fait est brutal et je n'y puis rien. J'ai compté les couches et j'ai déterminé leur épaisseur *moyenne* (j'appuie avec intention sur le mot moyenne, car je n'ai donné que des chiffres moyens) : si j'ai, en effet trouvé cette moyenne, toutes les théories du monde n'y contrediront pas, et je dois remarquer ici qu'ayant poursuivi mes recherches depuis mon premier mémoire, à 10 mètres plus bas que la couche signalée pour les objets de l'âge du bronze, j'ai toujours constaté les mêmes résultats moyens. Qu'on nomme une commission pour les constater après moi et contrôler mes observations, je la laisserai agir avec la plus grande liberté, sans influencer ses impressions, car c'est ce fait important qui doit dominer toute la question. Mais ceci bien constaté, j'ai cherché à expliquer théoriquement comment il se faisait que l'échelle des hauteurs chronologiques restât proportionnelle malgré les différences de hauteur d'eau produisant l'alluvion, et j'en ai trouvé l'explication dans une compensaion produite par la compression de l'alluvion dans les couches inférieures, et son augmentation de densité à mesure que l'on descend. Il n'y a rien là que de très-naturel. Quant aux différences de boisement et de d. boisement, de cours libre et d'endiguement, depuis quand peuvent-elles se produire sinon depuis des époques très-modernes? Les digues de la Loire sont-elles donc si anciennes? Les déboisements remontent-ils donc aux époques préhistoriques? Il y a précisément un phénomène remarquablement uniforme, pendant une longue série de siècles précédant l'époque historique moderne, parce que c'est la civilisation moderne qui a produit tous les troubles qu'on remarque aujourd'hui : ils n'existaient pas aux temps des Celtes et des Gaulois.

J'arrive au principal grief de M. de Mortillet. La couche de sable et gravier dans laquelle j'ai trouvé le plus grand nombre d'objets de l'âge du bronze, avec les ossements d'auroch, de bos primigenius, de cerf, et les crânes dolicocéphales rapportés par M. Broca lors du congrès de Nantes, à l'âge de la pierre polie, n'est, suivant mon contradicteur, ni une couche fluviale comme les couches de limon, ni une couche marine comme les couches de sable intercalées dans le limon, mais bien une couche de dépôt à l'air libre et non pas sous-marine; en sorte qu'il faut faire absolument intervenir des mouvements du sol, qui rompent tous les calculs chronométriques.

C'est là une affirmation purement gratuite, qui aurait besoin d'être solidement prouvée. Je maintiens, au contraire, que cette couche est sous-marine à cause de l'horizontalité parfaite des petites lignes de coquilles qui s'y rencontrent en simple épaisseur. Je suis loin de nier les phénomènes généraux d'abaissement et de soulèvement du sol sur certains points du littoral. J'en ai moi-même signalé d'importants, et, sans aller chercher bien loin, la côte du Morbihan en présente de caractéristiques, bien que sur une assez petite échelle de hauteur. Mais de nouveaux faits découverts depuis mes premières observations me permettent de combattre péremptoirement l'argumentation de M. de Mortillet. Je possède actuellement sept couches différentes ayant donné des objets archéologiques. Si donc ces couches sont des formations à l'air libre, il faut que sept fois le littoral de Saint-Nazaire se soit élevé puis abaissé de plus de dix mètres de hauteur. Si pareils phénomènes s'étaient produits, on en trouverait certainement dans les environs des traces sensibles qui eussent été signalées depuis longtemps. Malgré d'actives recherches, il m'a été impossible d'en constater aucune.

Je terminerai en faisant remarquer que l'une de ces couches, inférieure de quelques centimètres à celle des premières épées de bronze, m'a donné une magnifique hache en pierre polie, complétement emmanchée dans une gaîne en corne de cerf polie, avec un manche en bois de 50 centimètres de longueur. On peut la voir au Trocadéro, avec les principaux types des débris archéologiques du bassin de Penhouët. A 60 centimètres plus bas, j'ai recueilli une petite épée de bronze, qui figure aussi au Trocadéro et qui date de l'origine de l'introduction de ce métal en Armorique, car plus on remonte à des époques éloignées, plus les épées ont dû être petites. A mesure que les moyens de défense se sont perfectionnés, les moyens d'attaque ont dû aussi prendre plus d'importance. On doit en conclure que cette hache en pierre polie, incontestablement en service entre des épées de bronze, marque l'époque réelle de transition, et que l'introduction du bronze en Armorique doit être fixée au plus tôt au VII^e et au VIII^e siècle avant notre ère.

Je consacrerai moins de temps à me défendre contre M. Sirodot. Cet honorable professeur est venu, dit-il, à Saint-Nazaire; il a observé des fouilles au fond d'un puits de fondation; il n'a vu dans nos alluvions que du gneiss en décomposition, et il accumule une foule de raisons spécieuses pour soutenir sa thèse, château de cartes bien fragile, car si les flancs rocheux de l'ancienne vallée du Brivet peuvent contenir du gneiss en décomposition, quel rapport cela peut-il avoir avec les alluvions de la large vallée qui s'étend entre ces flancs rocheux? Et depuis quand le gneiss en décomposition contient-il des couches horizontales de débris végétaux disposés par centaines, en ordre vertical, sur des vingtaines d'hectares? Cette simple observation suffit pour renverser le système. Si M. Sirodot revient à Saint-Nazaire, et s'il me fait l'honneur de me prendre pour guide, je le conduirai non pas au fond d'un puits de fondation contre les flancs de la vallée, mais au milieu même de l'alluvion, et je ne mets pas en doute qu'il ne reconnaisse son erreur.

Pour conclure, je crois avoir réfuté les graves objections qui ont été soulevées l'année dernière au congrès du Havre contre le chronomètre préhistorique de Saint-Nazaire : plus je poursuis mes recherches, plus je vois se confirmer mes conclusions, et mon plus ardent désir est que les membres de l'Association française qui auront occasion de passer par Saint-Nazaire veuillent bien s'y arrêter quelques heures pour que je puisse leur faire toucher du doigt la réalité de mes affirmations. Le champ d'étude est vaste; je l'offre tout entier à mes contradicteurs.

DISCUSSION

M. G. de Mortillet. — Permettez-moi tout d'abord de constater que M. Kerviler semble fuir la discussion sérieuse. Il n'est pas venu au Havre, il ne vient pas à Paris. Il est singulier qu'il ne puisse s'absenter 36 heures aux époques des réunions de l'Association française, tandis qu'il siége pendant trois ou quatre jours aux sessions de l'Association bretonne. Bien plus, on l'avait convié à produire les preuves de son chronomètre à l'Exposition des sciences anthropologiques; il n'a pas répondu à l'invitation. Il se contente de faire lire une note par un de ses compatriotes, savant distingué, M. de Limur.

Ayant discuté à fond la question du chronomètre de Penhoët à la Société de géologie; au lieu de lui répondre en entier je trouve plus simple de distribuer à tous les membres présents le tirage à part de ma communication à la dite Société. Je n'ajouterai que quelques mots.

M. Kerviler dans sa note constate qu'une dune de sable se forme toutes les fois que le niveau vaseux est au-dessus de la mer moyenne. C'est justement sur ce fait que je me suis basé pour soutenir que la couche archéologique inférieure est une couche littorale. En effet, cette couche, d'après M. Kerviler lui-même, est un couche de sable et de gravier, une vraie couche du niveau émergé.

Un des grands griefs de M. Kerviler, ce serait que je l'accuse de mauvaise foi. Je n'ai jamais porté cette accusation et je suis tout disposé à proclamer

M. Kerviler un très-galant homme, seulement M. Kerviler a des lunettes qui se troublent quelquefois et qui ne lui font pas toujours voir les choses de la même couleur. C'est un phénomène qui s'observe tous les jours chez les plus honnêtes gens. J'ai démontré que les chiffres, donnés par M. Kerviler lui-même, avaient varié dans de grandes limites. Je suis plus que persuadé que M. Kerviler était parfaitement de bonne foi en donnant chacun d'eux, seulement cela montre qu'on ne peut pas se fier beaucoup à ses chiffres.

Le même phénomène se produit à propos des couches au niveau archéologique. Pendant plus d'un an et demi, près de deux ans, il n'était question que de deux niveaux archéologiques; maintenant M. Kerviler vous dit qu'il y en a sept!... Cette variation est fort heureuse pour la thèse que soutient M. Kerviler, mais ne doit-elle pas nous mettre en garde contre l'esprit d'observation de l'auteur?

Du reste, à quoi bon discuter? Le chronomètre de Penhoët pèche entièrement par la base. En effet, sur quoi repose-t-il? sur la découverte au milieu d'une carrière de 40 hectares d'étendue sur 8 mètres de profondeur; d'une monnaie de Tétricus, tout au plus grosse comme une pièce d'un franc!... Pour vider cette carrière, il a fallu enlever 3 millions deux cent mille mètres cubes de vase en dix ans, et c'est au milieu de cette masse énorme que vous prétendez désigner le niveau exact d'une pièce d'un franc, pièce qui par sa couleur se rapproche de celle du terrain ambiant ? On enlève environ mille mètres cubes de vase par jour. Ce travail se fait par entreprise, les ouvriers ont donc peu de loisirs pour s'occuper de numismatique. Des trouvailles peuvent se faire par hasard, mais déterminer la place exacte des objets paraît bien difficile, sinon impossible. C'est tellement vrai que dans une lettre de M. Kerviler publiée par un journal de Rennes, cet ingénieur soutient qu'il n'est pas possible à un géologue de talent, M. Sirodot, de se retrouver au milieu des chantiers de Penhoët, tellement ils sont encombrés, tellement le travail y est considérable et actif. M. de Limur lui-même, tout à l'heure, constatait cet encombrement des chantiers et cette fièvre de travail. Que devient alors cette pièce ou petite pièce de vingt sous trouvée au milieu de ces vases plus ou moins molles, enlevées par millions de mètres cubes en une journée? Elle se perd et entraine dans sa perte tout l'échafaudage sur lequel s'appuie le fameux chronomètre de Penhoët!...

M. Sirodot, malgré l'heure avancée tient à faire une dernière déclaration. M. Kerviler l'invite dans son mémoire à aller de nouveau étudier le bassin de Penhoët avec lui. Il ne peut pas répondre, il ne répondra pas à cette invitation avant que la lettre insérée dans le *Journal de Rennes* du 3 décembre 1877 ait été retirée.

M. le Président avant de lever la séance constate que pour permettre à M. Kerviler de produire ses nouveaux arguments et pour épuiser complètement la discussion sur le chronomètre de Penhoët, la section n'a pas hésité à prolonger sa séance bien au delà de l'heure réglementaire.

M. J. PARK HARRISON

Membre de l'Institut anthropologique et de la Société météorologique de Londres.

SIGNES RUNIQUES A L'AGE DES CELTES

— *Séance du 29 août 1878.* —

J'ai découvert, il y a trois ans, certains signes placés à l'entrée des galeries creusées à Cissbury dans la craie, et qui avaient servi autrefois aux anciens tailleurs de silex qui venaient y chercher les matériaux nécessaires à la fabrication de leurs armes et de leurs ustensiles : Depuis cette première découverte, on a trouvé encore d'autres marques dans des positions analogues (1).

Ces signes sont de deux sortes :

1° Il y a des caractères d'une nature pareille à ceux que l'on trouve sur les monnaies primitives :

Fig. 57.

2° Il y a aussi des signes simples et des lignes droites combinées de différentes façons :

Fig. 58.

Dans les deux catégories, on trouve des caractères qui paraissent appartenir à l'écriture cursive ; d'autres au contraire sont complexes.

Examinés par plusieurs paléographes anglais d'une haute distinction (2), ces caractères ont été déclarés appartenir à l'ordre des Runes, c'est-à-dire des imitations grossières ou appropriation des signes alphabétiques par une population à moitié barbare. Il n'est pas inutile de rappeler, au sujet de l'existence de quelques-uns des signes du premier ordre : 1° Que des monnaies, du type de celles de Sex, colonie carthaginoise du sud de l'Espagne, ont été trouvées sur la côte de Sussex, non loin de Cissbury (3) : 2° Que les Runes d'Espagne, de l'avis de M. François Lenormant, sont d'origine phénicienne. Quelques-uns des caractères trouvés à Cissbury peuvent y avoir été introduits par le commerce.

(1) *Journ. Anthropolog.* Inst. London, 1877-8.
(2) Entre autres : M. le professeur Sayce. — M. le professeur Rhys. — Dr S. Birch. — Dr Haigh. — Révérend Isaac Taylor et M. le professeur Rupert Jones.
(3) *Numismatic Journ.* Lond. 1878.

Quatre signes, du type le plus primitif, ont été trouvés en mars

Fig. 59. — Cissbury 1/10.

1878, à près de quatre mètres au-dessous du squelette d'un tailleur de silex (1) : Ce squelette était long de cinq pieds anglais ; le crâne était dolichocéphale, les tibias remarquablement platycnémiques. Il était enterré au centre d'un puits, à cinq mètres du sol, dans une position couchée et forcée, le visage tourné vers l'orient. Des ossements de cerf (cervus elaphus), de bœuf (bos longifrons), de chèvre (capra hircus) et de cochon (sus scrofa) furent trouvés mêlés aux débris de la craie, à trois ou quatre pieds du squelette. Différents ustensiles en silex grossièrement taillés, huit coquilles de colimaçon (hélix nemoralis) un caillou portant encore la trace du feu, paraissaient avoir été enterrés avec lui.

Le puits où ces restes furent découverts était certainement d'une date antérieure aux galeries où j'avais trouvé les caractères de la première catégorie : il serait difficile d'établir le temps pendant lequel ces galeries étaient restées ouvertes et servant d'abris.

J'appelle l'attention sur la différence des époques qui ont séparé, en date, les caractères trouvés à Cissbury : car j'ai observé dernièrement sur des ustensiles en os, trouvés dans les cavernes de France, des caractères du même ordre que ceux de la première période trouvés à Cissbury ; sur d'autres ossements encore des éraflures, des gribouillages, peut-être des imitations futiles et insignifiantes des caractères d'écriture.

Ainsi, à l'Exposition des sciences anthropologiques, je trouve, sur un ustensile fait d'os de cerf, et découvert à Massat (Ariége) des caractères identiques à ceux de Cissbury (2).

Fig. 60. — Marques sur des os de Cervidés (Massat, Ariége).

J'en ai trouvé d'autres, de ressemblance frappante, sur des ustensiles faits également en os, dans la collection Bruvery à Saint-Germain.

J'ai trouvé des exemplaires analogues au musée de Cluny et à Douai :

(1) A la réunion du « British association for the advancement of sciences » tenue cette année à Dublin, il a été lu un rapport sur cette découverte.

(2) Les ustensiles, au jugement de M. Ed. Lartet, seraient faits en ossements de cerf, probablement du cervus elaphus. (Cf. *Ann. des sciences naturelles*, série 4, vol. XV, p. 215.)

aussi dans la collection de feu M. le marquis de Vibraye et dans celle de M. Piette à l'Exposition rétrospective; enfin au British museum. Il est facile de voir, en les comparant les uns aux autres, qu'ils ne ressemblent pas à des dessins d'ornementation.

M. Fontan, l'explorateur de deux des cavernes de Massat en 1859, pose les conclusions suivantes, dans un travail très-consciencieux sur les fouilles. Quoique l'on ait trouvé, mélangés à ceux des ruminants encore vivants, des ossements de lions, d'ours et d'autres animaux actuellement disparus, il est facile de prouver que l'action des flots les avait déplacés; et comme le fait aussi remarquer M. Fontan, le fait d'avoir exclusivement trouvé dans ces cavernes des ustensiles faits avec les ossements d'animaux existant encore, fait conclure presque avec certitude que ces animaux étaient les seuls à vivre quand l'homme occupait les cavernes.

Un ossement couvert de quelques signes, analogues aux caractères trouvés sur les ustensiles des cavernes de France, analogues aussi à ceux de Cissbury de la première période, a été trouvé au-dessus de restes d'espèces disparues, dans Victoria cave (Settle, Yorkshire) et a été classé comme appartenant à une période assez ancienne (1).

M. le professeur Rupert-Jones pense que quelques-uns des caractères trouvés sur les ustensiles en os, peuvent être des talismans ou des symboles religieux. Il explique la position des inscriptions sur les biseaux, par la nécessité de maintenir plus solidement la tête des dards dans la fente des bois qui servaient de manches. Cette opinion est peut-être vraie. Mais comme les signes les plus distincts sont surtout marqués sur les parties les plus amincies du biseau, on peut aussi les avoir placés de cette façon, comme dans l'endroit le plus favorable pour les dérober à la curiosité et aux dégradations.

Une série de signes tracés sur les os de cerf de Massat est considérée par M. le professeur Rupert-Jones, comme devant être une inscription (2).

Pour finir cette courte notice, dont le seul but est d'attirer l'attention sur les Runes du premier âge, il faut expliquer qu'il n'est pas à croire que les tailleurs de silex néolithique aient inventé l'écriture. Ils ont simplement atteint une certaine connaissance rudimentaire de quelques caractères et ils l'ont acquise par leur commerce avec des nations arrivées à un degré de civilisation plus avancée, de même que le bronze fut introduit dans la France néolithique par des commerçants venus à une époque plus récente de l'Italie ou de l'Orient.

(1) *Journal Anthropol.*, Instit. 1878, vol. VII, p. 182.
(2) *Rel. Aquitaniæ*, p. 54.

Quant à la question de savoir si ces caractères se rapportent à une inscription d'un nom de chef ou de divinité, ou à quelque abracadatra,

Fig. 61. — Runes suédoises.

ou assemblage de lettres magiques, il me semble que l'on doit la résoudre par l'affirmative, si l'on prend la peine de les comparer avec d'incontestables caractères runiques, tels que ceux que l'on a vus sur une patère suédoise à l'Exposition. Comparez, par exemple, le fragment de Massat avec l'inscription sur le bronze suédois.

Il n'est guère possible d'assigner une époque à ces ossements à inscriptions. On peut seulement dire que les caractères que l'on y voit, se retrouvent dans tous les alphabets orientaux ou occidentaux de l'époque primitive, qu'ils avaient une origine commune et peut-être anté-phénicienne. Il ne sera pas inutile de constater ici que la nation des Celtibères a possédé, suivant la tradition, des caractères d'écriture antérieurement à l'arrivée des Phéniciens en Espagne.

Certaines traditions du pays de Galles et d'Irlande conservent de même la tradition de caractères primitifs et analogues, qui auraient été gravés sur des éclats de bois et qui, par suite, auraient disparu.

M. SIRODOT

Doyen de la Faculté des sciences de Renn

AGE DU GISEMENT DU MONT-DOL

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. ANOUTCHINE

Secrétaire de la Section anthropologique de la Société des amis des sciences naturelles à Moscou.

SUR LES DIFFÉRENCES QU'ON TROUVE DANS LA CONFORMATION DES DIAPHYSES DES OS LONGS (NOTAMMENT D'HUMÉRUS, DE FÉMUR ET DE TIBIA), CHEZ L'HOMME ET LES PRIMATES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

En montrant plusieurs dessins agrandis des sections transversales des diaphyses à certain niveau, M. Anoutchine a tâché de prouver que la conformation de ces diaphyses présente des différences entre les différents hommes et entre l'homme et les primates. Ainsi, le tibia des singes anthropomorphes diffère par la forme de la section de ses diaphyses (au niveau du trou nourricier) de la même section chez l'homme. Les tibias platycnémiques humains présentent une autre forme de section que les tibias platycnémiques de gorille et de chimpanzé, et le tibia d'orang (qui est plutôt triangulaire), a plus de ressemblance avec le tibia ordinaire humain que le tibia platycnémique de chimpanzé, par exemple, avec le tibia de Cro-Magnon. La section du fémur de l'homme (au milieu) diffère, comme on sait, de la section du fémur des singes, par l'absence d'élévation correspondante à la ligne âpre, et cependant cette élévation (la présence de la ligne âpre) se peut trouver par exception chez les pithéciens (cynocéphale). L'humérus de l'homme peut présenter deux et même trois formes de section, dont l'une, la forme aplatie de devant en arrière, qui est très-rare, présente quelque ressemblance avec la section correspondante chez le gorille et le chimpanzé; mais chez l'orang, la section a une autre forme et présente plus de ressemblance avec la forme ordinaire chez l'homme.

DISCUSSION

M. Hovelacque, tout en reconnaissant l'intérêt de la communication de M. Anoutchine, l'engage à prendre des indices de largeur des os longs, tibias et humérus qu'il a étudiés. Ce n'est qu'avec ces indices qu'on pourra faire des comparaisons précises ayant la valeur de faits. Sans eux on est obligé de s'en remettre aux appréciations personnelles. Un examen général nous avait déjà depuis longtemps fait connaître les particularités signalées par M. Anoutchine. M. Broca avait déjà observé par exemple qu'en Afrique, chez des races inférieures, le tibia était plus aplati qu'en Europe.

M. Gustave Lagneau. — Ainsi que M. Anoutchine, je crois qu'il est très-utile d'étudier comparativement, non-seulement les crânes, qui, jusqu'à présent, ont surtout attiré l'attention, mais aussi les divers os du tronc et des membres, car ces os peuvent également fournir d'importants caractères ethniques différentiels.

M. Kuhff a étudié aussi le fémur dans les différentes races préhistoriques (1). La perforation plus ou moins fréquente de la fosse olécranienne, l'obliquité plus ou moins grande du col du fémur, la saillie plus ou moins forte de la ligne âpre de cet os, la cannelure ou gouttière plus ou moins profonde du péroné, la platycnémie plus ou moins remarquable du tibia, sont autant de caractères anthropologiques très-propres à différencier telle ou telle race.

La platycnémie d'abord signalée par M. Burk chez les troglodytes de Gibraltar a été ensuite observée par M. Broca et par moi à Chamant près de Senlis sur des ossements retirés par M. le comte de Lavaulx d'une allée couverte de l'époque néolithique (2). Cette conformation étudiée surtout par M. Broca sur les troglodytes de Cro-Magnon parait avoir été propre à cette ancienne race dolichocéphale à laquelle M. Broca et MM. de Quatrefages et Hamy ont cru devoir donner ce nom de race de Cro-Magnon. Cette race, parfois aussi dénommée race atlantique, paraîtrait s'être répandue anciennement du sud-ouest vers le nord de l'Europe et s'y être mêlée, en proportions diverses, avec les races l'habitant antérieurement, où y étant venues ultérieurement. Aussi dans la même sépulture, en particulier dans la grotte néolithique de Nanteuil-Vichel récemment fouillée par M. le comte Des Cars, trouve-t-on parfois quelques squelettes présentant des tibias plus ou moins platycnémiques, avec d'autres ne présentant pas cette conformation (3).

M. Anoutchine répond à M. Hovelacque qu'il a pris les diamètres de longueur et de largeur des os longs qu'il a étudiés et que c'est d'après ces chiffres qu'il en a dessiné les coupes qu'il vient de présenter.

M. C. RIBEIRO

Chef des travaux géologiques à Lisbonne.

QUELQUES MOTS SUR L'AGE DE LA PIERRE EN PORTUGAL

— *Séance du 29 août 1878.* —

Les dolmens du Portugal ou *antas*, comme on les appelle dans quelques parties de ce pays, ont occupé, il y a longtemps, l'attention de quelques savants amateurs de l'archéologie. Dans la collection des mémoires de l'Académie portugaise d'histoire, séance du 24 septembre 1733, on mentionne l'existence de trois cent quinze dolmens, y compris soixante-sept dans les environs de l'ancienne ville d'Evora.

(1) Kuhff. Sur quelques fémurs préhistoriques : *Revue d'anthrop.* t. IV, p. 430, etc. 1875.
(2) *Bull. de la Soc. d'Anthrop.* t. V, p. 641, 1864.
(3) *Bull. de la Soc. d'Anthrop.* 3ᵉ sér. t. 1, p. 20, etc. 1878.

Dans la même collection, séance du 1er avril 1737, on trouve un très-remarquable mémoire de Martinho de Mendonça e Pina sur les dolmens qu'on trouve dans quelques lieux du Portugal, et selon l'opinion de ce savant, ils seraient des monuments sacrés élevés avant l'arrivée des Phéniciens dans ce pays, et encore antérieurs à l'âge du fer.

Voici, messieurs, l'opinion exprimée par un savant portugais il y a cent quarante années à l'égard de l'âge des dolmens dans le Portugal.

Dans ces informations aussi bien que dans plusieurs autres que l'on a récemment publiées sur nos dolmens, le mémoire de M. le docteur Pereira da Costa excepté, personne que nous sachions ne fait mention des restes d'animaux et d'industrie humaine qui y ont été trouvés, probablement parce qu'ils n'ont pas été explorés, ou bien parce que ces monuments se trouvaient déjà violés et dépouillés de leur contenu. Nous avons nous-même enregistré dans nos notes de voyage l'existence d'une grande quantité de ces mégalithiques dans toutes nos provinces, mais sans les avoir explorés : de sorte que la plupart de nos dolmens sont encore à étudier.

Ce n'est que dernièrement que nous nous sommes proposé de faire ces investigations, pour mettre au profit des sciences anthropologiques ces préciosités préhistoriques du sol portugais. Nous avons commencé par le groupe des mégalithiques des environs du petit village de Bellas situé à 15 kilomètres N.-O. de Lisbonne. Ces monuments sont :

Le dolmen sans galerie qu'on appelle « *Pedra dos Mouros.* »

Trois autres avec galerie que nous avons nommés :

Dolmen *de Montabrão;* dolmen *da Estria* et dolmen *d'Agualva.*

Les explorations de deux de ces monuments ont fourni une grande quantité d'os humains et une riche collection d'objets funéraires dont on peut se former une idée en examinant les trouvailles du dolmen de Montabrão qui sont exposés dans l'annexe des sciences anthropologiques au Trocadéro.

Il faut remarquer cependant que parmi ces trouvailles nous n'avons rencontré ni le bronze ni le fer ; toutefois on a trouvé le bronze dans une station humaine, au sud du Tage.

En effet, nous avons exploré quatre cavernes sépulcrales pratiquées dans les falaises miocènes des environs de la forteresse de Palmella, située à 25 kilom. au S.-E. de la ville de Lisbonne.

Ces cavernes ont la forme de dômes ayant 3 mètres de diamètre à la base, 1m,5 à 2 mètres de hauteur, et deux ouvertures pour la communication avec l'intérieur, une au sommet du dôme, l'autre à côté. Elles sont rangées sur le dos d'une petite butte occupant une extension linéaire de 150 mètres à peu près. A l'intérieur nous avons trouvé des crânes humains et des os longs bien conservés, mais le tout dérangé et en

désordre; une collection très-riche et très-variée de pointes de flèches, de couteaux de silex, celts, vases en poterie d'une très-grande perfection relative, aussi bien que d'objets de parure, dont un grand nombre en perles de Calaïs, quelques-unes très-rares par leur beauté et leur grandeur.

En association avec ces objets d'art, nous avons rencontré plusieurs dards en bronze, *les seuls indices d'un métal* au milieu d'une si riche trouvaille.

Tous ces objets ont des représentants dans l'annexe des sciences anthropologiques.

En face de la pauvreté en métaux de cette station, au milieu d'un si riche trésor d'autres objets d'art, nous ne saurions affirmer que ces cavernes de Palmella appartiennent à l'âge du bronze, quoique les ornements des poteries soient très-semblables à ceux des poteries de ce dernier âge. Nous croyons donc que la civilisation des hommes des cavernes de Palmella appartient à l'époque de transition de l'âge de la pierre polie à l'âge du bronze.

D'autre part, en faisant la comparaison entre les objets trouvés dans les dolmens des environs de Bellas et ceux des cavernes de Palmella, nous voyons qu'il y a de la ressemblance et même une certaine conformité dans beaucoup de types des instruments de silex et des objets rencontrés dans ces deux endroits; mais à côté de ces ressemblances il y a aussi des différences remarquables.

La première de ces différences, c'est que les os des crânes humains des cavernes de Palmella sont en général peu épais, et les crânes mêmes sont petits et dolichocéphales; tandis que le tissu osseux de la plupart des pièces des crânes trouvés par exemple au dolmen de Montabrão est bien plus épais que ceux des crânes de Palmella, et même les pièces restaurées sont plus grandes et paraissent appartenir à des crânes brachycéphales.

La seconde différence consiste en ce que les hommes de Palmella n'employaient pas les dolmens pour recouvrir les places où ils inhumaient leurs morts comme ceux des environs de Bellas.

La troisième, enfin, c'est l'absence des objets de métal dans les dolmens de cette dernière localité.

Par ce que nous venons de dire on peut avancer que les races de Bellas et de Palmella étaient différentes, et que les dolmens en question sont plus anciens que les cavernes de Palmella.

En tout cas la richesse, les variétés et les qualités des objets d'art trouvés dans les monuments de Bellas et de Palmella démontrent que les races qui habitèrent cette partie du Portugal, possédaient une civilisation relativement très-avancée et avaient des relations très-continuelles

avec les peuplades de l'Occident et du nord de l'Europe. La ressemblance des couteaux, des pointes de flèches en silex, des objets de parure, amulettes et poteries trouvés dans des pays si éloignés entre eux est admirable et frappante.

Nous dirons maintenant quelques mots sur l'âge d'une station humaine bien remarquable, c'est le Kjökkenmöding du Cabeço d'Arruda, à 66 kilomètres de l'Océan, que nous avons découvert en 1863 auprès du petit bourg de Mugem, dans la vallée du Tage, et dont nous avons déjà fait explorer une partie.

Cette curieuse station est formée principalement de valves de *Lutraria compressa*, et d'autres coquilles d'eau salée, de sable, terre glaise, cendres et cailloux siliceux. Dans son sein on a trouvé un grand nombre de pièces de squelettes humains appartenant à 40 ou 45 individus d'âges différents, la plupart, disloqués de leur position anatomique, cassés et se montrant dans les positions les plus anormales qu'on puisse imaginer.

Dans la vitrine du Portugal, au Trocadéro, on voit quelques-uns de ces os humains qui représentent ces états singuliers.

Avec ces restes, nous avons aussi trouvé des os d'animaux de la faune actuelle, et des produits de l'art, d'un travail très-grossier, qui démontrent bien que les besoins de ces hommes étaient très-limités, comparés à ceux des hommes des stations de Bellas et de Palmella.

La *Lutraria compressa* constituait leur nourriture principale, comme le prouve évidemment l'énorme accumulation des valves de cette espèce, qui forme le Kjökkenmöding; ils n'avaient pas besoin de parcourir chaque jour les 30 kilomètres au moins qui séparent Cabeço d'Arruda de l'estuaire actuel du Tage, pour se procurer leur nourriture, parce que, selon notre opinion, ils en avaient tout près de la station.

En effet, dans les anciens dépôts vaseux du Tage, aux environs du village d'Alcochete, jusqu'à 40 kilomètres en amont on trouve aujourd'hui des couches presque entièrement formées, de la *Lutraria*, le *Cardium edule*, avec l'*Ostrea edule* et d'autres bivalves et univalves récents, dans leur position naturelle, recouverts par des couches, également vaseuses, mais sans coquilles.

Alors les vastes plaines de la vallée du Tage qui sont en amont de Lisbonne n'existaient pas encore; c'est-à-dire la vallée était toute couverte par l'eau de la mer.

Ce fut alors, selon notre opinion, que s'établit la station du Cabeço d'Arruda, où tout près, dans les bancs de coquilles de bivalves, les hommes qui la composaient trouvaient leur nourriture principale.

Ce ne fut probablement que longtemps après que les dépôts alluviaux plus récents du Tage ont recouvert les couches de vase avec des

coquilles comestibles, formant au dessus un dépôt de $0^m,05$ à 1^m à peu près d'épaisseur, et qui à présent constituent les vastes plaines de la vallée du Tage, célèbres par leur fertilité.

D'un autre côté, on doit remarquer la coïncidence de ce fait, c'est-à-dire de la présence de la *L. compressa* jusqu'au Cabeço d'Arruda, avec l'existence de plages élevées représentées par des sables et des coquilles marines récentes, qu'on voit sur les rives du Tage, en aval du Cabeço d'Arruda, à des altitudes de quatre et cinq mètres sur le niveau de la mer. On doit également faire attention à la situation d'un des plusieurs cordons littoraux qui se trouvent sur nos falaises maritimes, un à deux mètres au-dessus des plus hautes eaux de l'Océan, et qu'on observe auprès du bourg de Cascaes jusque près du Cap da Roca.

Nous pouvons donc conclure des rapports ou connexions entre ces faits que notre sol a eu des mouvements ou oscillations assez sensibles au commencement de la période géologique actuelle.

D'après ces considérations nous concluons :

1° Que les hommes de la station du Cabeço d'Arruda furent témoins des derniers mouvements du sol qui ont précédé la stabilité actuelle de nos contrées ;

2° Que ces mêmes hommes initièrent dans notre pays l'âge de la pierre polie.

Ce sont deux problèmes du plus haut intérêt pour les sciences géologiques et anthropologiques et que les investigations postérieures doivent résoudre.

A l'égard de l'homme tertiaire en Portugal c'est une question très-importante pour la géologie et pour l'anthropologie.

Afin d'arriver à une conclusion utile pour la science, il faut discuter :

1° Les silex qui se trouvent dans les couches que je considère comme tertiaires et qui sont exposés dans la vitrine de Portugal, au Trocadéro, et que nous assurons dénoncer un travail fait intentionnellement, démontrent-ils, ou non, des traces claires et évidentes de ce travail ?

2° Les couches où ces exemplaires se trouvaient, sont-elles tertiaires ?

Quant à la première question elle se réduit à un examen fait par des savants spécialistes : A cette occasion je prie la section des sciences anthropologiques de faire examiner nos silex tertiaires qui sont l'annexe dans la vitrine de Portugal.

En ce qui concerne la seconde question, nous dirons que les exemplaires que nous soutenons appartenir à la période tertiaire ont été trouvés au milieu des couches qui sont pour la stratigraphie les mêmes où se sont rencontrés aussi des vertébrés fossiles, tels que l'*Hipparion gracilis*, le *Mastodon angustideus*, etc., caractéristiques du miocène supérieur.

M. le Dr Gustave LE BON

ÉTAT INTELLECTUEL DES PREMIERS HOMMES

— Séance du 29 août 1878. —

M. le Dr COUDEREAU

SUR LA CRÉATION D'UN ALPHABET ANTHROPOLOGIQUE

— Séance du 29 août 1878. —

M. LIÈVRE

PRÉSENTATION DE PHOTOGRAPHIES DE DOLMEN

— Séance du 29 août 1878 —

M. Nivet de la part de M. Lièvre présente deux photographies, du dolmen de la Folatière, Cne de Luxé, Arrt de Ruffec (Charente), et de la sculpture que porte la pierre qui forme le fond de ce dolmen, côté opposé à l'entrée. Cette sculpture rappelle la forme du point d'interrogation.

M. Julien SACAZE
Avocat à Saint-Gaudens

LE CULTE DES PIERRES DANS LE PAYS DE LUCHON

— *Séance du 29 août 1878* —

Je me propose de consigner quelques faits relatifs au culte actuel des pierres, dans le pays de Luchon, au centre des Pyrénées françaises. Ces faits sont d'une rigoureuse exactitude. Plusieurs se sont passés sous mes yeux ; je tiens les autres de personnes dignes de foi, maires, curés, instituteurs, vieillards plus respectés encore pour l'honnêteté de leur vie et la sincérité de leurs croyances que pour leurs cheveux blancs.

C'est l'exploration d'une région souvent décrite, mais trop peu connue, que j'ai consciencieusement entreprise, et, à chaque pas, j'ai constaté la vérité de cette parole : « Le paysan est le seul historien qui nous reste des temps préhistoriques. »

I.

Le 30 août 1871, vers deux heures de l'après-midi, à Bagnères-de-Luchon, la foudre tomba, avec un grand fracas, sur l'allée de la Pique, près de la villa Bertin. L'orage passé, plusieurs curieux (j'étais du nombre) allèrent observer les effets produits par le feu du ciel. Un des premiers arrivés avait été un vieux paysan des environs qui, muni d'une pioche, s'était vite mis à fouiller à l'endroit touché par la foudre. Il affirmait qu'il allait y trouver la *pierre de tonnerre*, et, comme nous nous amusions de l'opiniâtreté de ses efforts, il se fâcha, nous dit qu'il se moquait aussi de nous et que, s'il parvenait à mettre la main sur ce qu'il cherchait, il n'aurait perdu ni son temps, ni sa peine. Ne trouvant rien, il piocha tout à côté, sous la route ; mais on lui intima l'ordre de cesser son travail, et il dut, malgré lui, renoncer à ses recherches. Le pauvre homme se retira fort mécontent, ayant manqué, disait-il, l'occasion de faire sa fortune.

Mariette, de Larboust, possédait une *pierre de tonnerre* ; elle avait la forme d'un soc de charrue. Au moment de son tirage au sort, il eut soin de la porter sur lui, et il amena un bon numéro. Dans la suite, il prêta quelquefois ce talisman à d'autres conscrits, moyennant une rétribution préalable.

En 1874, la foudre tomba sur la montagne de Benqué-d'Oueil et fit un grand trou dans le gazon. Le maire de la commune, M. Taverné, se disposait à pratiquer les fouilles usitées en cette circonstance, mais il

n'eut pas le temps d'exécuter son dessein. C'est de lui-même que je tiens ce renseignement. Certaines fois, m'a-t-il dit, la foudre est en pierre, et d'autres fois, en fer.

Il serait facile de rapporter plusieurs faits de ce genre, les uns tout récents, les autres de date ancienne.

Naguère, quand le feu du ciel était tombé, on s'empressait d'aller fouiller dans le trou qu'il avait fait, pour y chercher *la pierre de foudre* (*éra peyra d'ét périglé*); d'autres disent *le fer du tonnerre* (*ech her d'ét périglé*). Si les fouilles demeuraient infructueuses, on avait soin de marquer d'une pierre ou d'un petit morceau de bois fiché dans le sol, l'endroit frappé par la foudre, et l'on y revenait au bout d'un nombre d'années déterminé: la foudre était alors remontée à fleur de terre. C'est au bout de sept années, heure pour heure, que la pierre de foudre reparaît à la surfaca du sol. Je tiens ce détail de Jean Gaydon, d'Oô, aujourd'hui âgé de cent cinq ans. Ces talismans préservent de la foudre la maison où ils sont conservés; ils portent bonheur. Ceux qui en possèdent ne consentent à s'en défaire à aucun prix.

Généralement les pierres de foudre ont la forme d'un soc de charrue (*reilla d'éch araï*), ou d'une pointe de flèche. Certaines ressemblent à une hache (*pica*); d'autres sont comme une masse, ou un coin, ou un poinçon. On en a trouvé de toutes ces formes, affirment diverses personnes, notamment M. Guillaume Cargue, ancien maire de Bourg-d'Oueil, vieillard de quatre-vingt-six ans; mais, on n'en trouve plus que très-rarement aujourd'hui.

Ces croyances superstitieuses sont si répandues dans toutes les parties de la terre, qu'il me paraît superflu d'en indiquer ici l'origine. Elles sont certainement des réminiscences des outils et des armes de l'âge de pierre, ainsi que l'a très-bien expliqué mon savant ami, M. Emile Cartailhac, dans son récent ouvrage sur l'*Age de Pierre dans les souvenirs et les superstitions populaires*.

II.

Les *pierres phalliques* du pays de Luchon sont de gros blocs qui offrent des traces plus ou moins apparentes du travail de l'homme; ils présentent une forme conique qui les fait ressembler grossièrement à un énorme phallus. Ces symboles primitifs de la puissance créatrice sont encore l'objet de croyances et de pratiques superstitieuses. Leur attouchement produit ou développe chez l'homme la capacité d'engendrer, chez la femme la faculté de concevoir. C'est un culte secret que l'on rend à ces pierres; mais elles reçoivent parfois les hommages publics de quelques vieillards, qui n'hésitent pas à confesser leurs croyances.

Un jour du mois d'octobre 1876, à Jurvielle, en présence du curé de la

paroisse, de M. Pierre Sacaze, de M. Comet, instituteur public, et de quelques autres personnes, M. Augustin Germès, ancien maire de Jurvielle, âgé de quatre-vingt-quatre ans, nous dit ces mots que je notai textuellement: « Autrefois, quand les gens étaient honnêtes, tous avaient en ces pierres » une grande foi; tous les vénéraient et leur adressaient des prières. » Moi, j'ai toujours cru en elles; je mourrai en y croyant (*jou, qué toustén crédut én aquérés peyrés*; *qu'én mouriré én creyey*) ». Et, sur une observation de M. le curé, le vieillard s'écria, d'une voix que l'émotion faisait vibrer : « Si vous ne croyez pas à ces pierres, monsieur le curé, » moi, j'y crois. J'y crois, comme tous mes ancêtres; mais deux hom- » mes d'aujourd'hui ne valent pas un homme d'autrefois.... »

En 1875, j'ai découvert sur la montagne d'Espiaup, un nombre considérable de monuments mégalithiques (cromlecks, terrasses, alignements de pierres, etc.). M. Piette et moi, nous les avons étudiés ensemble et nous avons communiqué le résultat de nos recherches à la Société d'anthropologie de Paris, dans sa séance du 5 avril 1877. Je me fais un devoir de constater ici que c'est mon savant collaborateur qui a tout d'abord compris la signification des étranges monuments dont je vais parler.

Au quartier de Peyrelade, dans le territoire de la commune de Billère, on voit, posé sur un bloc de granit de 17 mètres de circonférence, un autre bloc de granit offrant très-grossièrement l'apparence d'un énorme phallus à demi-dressé. Il mesure, à la base, 4 mèt. 70 cent. de circonférence. Sa surface supérieure, trapézoïdale et aplatie, ayant 2 mèt. 60 cent. de circuit, est évidemment taillée; elle présente soixante-trois fossettes arrondies, ayant de 3 à 4 centimètres de diamètre, sur 2 à 3 cent. de profondeur. Dans le voisinage de ce monument, désigné sous le nom de *Cailhaou des Pourics*, se trouvent deux autres *pierres à écuelles*, comme on en rencontre dans diverses parties de la terre, notamment dans l'Inde où elles sont considérées comme sacrées, *mahadeo*. « On voit encore de nos jours, dans les pèlerinages boudhistes, des femmes hindoues apporter de l'eau du Gange jusque dans les montagnes de Pendjab et en arroser ces signes dans les temples où elles vont implorer la faveur de la divinité, en vue de devenir mères (1). »

S'il ne m'a pas été possible de recueillir quelque pratique ou croyance superstitieuse se rapportant au *Cailhaou des Pourics*, j'ai été plus heureux à Poubeau, village peu éloigné de Billère.

Près de l'église de Poubeau, au-dessus d'un talus escarpé, se trouve un monument mégalithique, nommé le *Cailhaou d'Arriba-Pardin*. Il est composé d'un gros bloc de granit porphyroïde, haut de 2 mètres, au

(1) *Matériaux pour servir à l'histoire primitive de l'homme*, année 1878, page 2?4.

pied duquel est un bloc de granit amphibolifère, haut de 98 centimètres et de forme phallique. Le petit bloc, à moitié dressé, a sa partie inférieure enfoncée dans le sol, sous le gros bloc. Il est très-bombé antérieurement; le cône que forme sa partie supérieure révèle le travail de l'homme.

De tout temps, les jeunes gens de Poubeau se sont réunis pour danser près de ce monument et, bien des fois, les garçons et les filles ont abrité leurs rendez-vous à son ombre. Pour enlever tout prétexte au libertinage, M. le curé Soulé a fait planter, en 1871, la croix de fer qui se trouve sur le sommet du gros bloc, et, du haut de la chaire, il a « formellement défendu à ses paroissiens de s'approcher, pour se divertir, à moins de cinquante pas de la pierre. »

Naguère encore, les jeunes gens de ce village allaient en procession, le soir du mardi gras, faire sur la pierre un grand feu de paille. Ils marchaient un à un, chacun tenant par derrière celui qui le précédait et s'avançaient dans une attitude et avec des gestes à la fois burlesques et obscènes. Le feu allumé, ils dansaient autour de la pierre, *penem manu proferentes*. Les rites de cette fête nocturne qu'on célébrait encore il y a une trentaine d'années et qu'on nommait la fête de *gagnolis*, blessent trop la décence pour que je les décrive avec tous leurs détails.

Sur la montagne de Bourg-d'Oueil se dresse une pierre solidement fichée dans la terre; on l'appelle *éra peyra dé Peyrahita*. Sa hauteur au-dessus du sol est de 1 mèt. 52 cent. Autrefois, m'a raconté M. Guillaume Cargue, ancien maire de Bourg, les femmes qui voulaient devenir fécondes, allaient se frotter contre cette pierre et l'embrasser avec ferveur. Dans sa jeunesse, M. Cargue a surpris plus d'une femme et plus d'une jeune fille se livrant à cette pratique supertitieuse. Encore aujourd'hui, quand garçons et filles, tout en allant cueillir des fraises, traversent la pelouse où se dresse le menhir, les hommes obligent les filles et les jeunes femmes à embrasser la pierre, et celles qui ne veulent pas l'embrasser s'enfuient en se moquant.

Une autre pierre phallique se trouvait jadis près du village de Portet-de-Luchon, sur un monticule appelé le *Tyron de la Croix*. Justement irrité des pratiques dont la pierre était l'objet, un curé de cette commune la fit briser, et il planta une croix à sa place; mais la croix fut enlevée tout aussitôt, sans que l'on sût comment. Les débris du granit sacré furent recueillis et remis à leur place. En 1871, l'intelligent curé de Portet, en fit disperser de nouveau les fragments, et, grâce à certaines précautions qu'il prit, nous a-t-il raconté, à M. Piette et à moi, il parvint à faire ériger une croix de bois au lieu même où se trouvait autrefois la pierre sacrée. Mais l'ouvrier qui avait façonné et planté la

croix, Théodore Bilot, homme jeune et très-robuste, tomba malade aussitôt qu'il eût terminé cette besogne et il mourut peu de temps après.

Aux yeux de quelques personnes, sa mort eut une cause surnaturelle : « On aurait dû placer la croix un peu plus loin, et non à l'endroit » même où était précédemment la pierre, observa le vieux Germès, en » notre présence, et alors le malheur ne serait pas arrivé, peut-être. »

On le voit, le culte de la pierre, même de nos jours, est un fait malheureusement trop réel ; il tend à disparaître complétement, mais il est facile de découvrir encore les restes de ce paganisme tenace.

D'ailleurs, ce n'est pas dans le pays de Luchon seulement que l'on constate l'existence de telles superstitions. « A l'entrée de la vallée d'Aspe » (Hautes-Pyrénées), dit M. Dumège, on remarque un rocher de forme » conique : les femmes vont y frotter leur ventre, quand elles sont » frappées de stérilité. » A Ker-Rohan (Côtes-du-Nord), sont divers monuments mégalithiques, notamment un pilier sur lequel on voit une bosse en forme d'œuf qu'on a trouvée sur quelques menhirs. « Ce lieu, dit » M. Henri Martin, est l'objet de pélerinages traditionnels, et les femmes » vont y demander la fécondité. » Près de Saint-Renan (Finistère), s'élève un grand menhir en granit ; sur deux de ses faces opposées, on voit une bosse ronde, taillée de main d'homme. « Ces bosses, dit Fré- » minville, reçoivent encore une sorte de culte bizarre de la part des » paysans des environs. Les nouveaux mariés se rendent dévotement au » pied de ce menhir, et, après s'être en partie dépouillés de leurs vête- » ments, la femme, d'un côté, l'époux, de l'autre, se frottent le ventre » nu contre une de ses bosses. L'homme prétend par cette cérémonie » ridicule, obtenir des enfants mâles, plutôt que des filles, et la femme » se persuade que par là, elle obtiendra l'avantage d'être la maîtresse » absolue dans son ménage. »

III.

Le cadre qui m'est tracé est si restreint que je vais traiter en quelques lignes des sujets qui devraient former chacun un chapitre.

On rencontre dans le pays de Luchon un grand nombre de pierres habitées par des génies que l'on nomme *incantades*. Quand le principe du bien et le principe du mal étaient en guerre, certains esprits ne voulurent prendre parti ni pour l'un ni pour l'autre. Après sa victoire, Dieu garda les bons anges avec lui, dans le ciel, précipita les démons dans l'enfer et, pour punir les esprits qui avaient gardé la neutralité, il les exila sur la terre où ils doivent se purifier par de fréquentes ablutions. Ces esprits, moitié anges et moitié serpents, sont les *incantades*. Chaque incantade habite une pierre sacrée ; il lui est défendu de s'en éloigner. On en a vu, on en voit encore faisant ses ablutions dans la source voi-

sine, y lavant son linge, plus blanc que la neige, et l'étendant ensuite, pour le faire sécher, sur les roches de la montagne. Ces génies font parfois du bien, jamais du mal. Si l'on n'en voit guère plus aujourd'hui, c'est que la plupart s'étant purifiés, ont pu retourner au ciel.

Génies solitaires et primitifs, les *incantades* ne doivent pas être confondus avec les *fées* (*hadés*, *hédétés*), qui font aussi de fréquentes apparitions dans le pays de Luchon.

Parlerai-je des *pierres des serpents* ou *pierres vivantes*? Un vieillard de Luchon, M. Chanfrau, affirme qu'autrefois on voyait dans les forêts du voisinage, de grands serpents qui avaient une pierre brillante sur la tête. Ces serpents fort rares, allaient très-vite, en faisant un grand bruit. Si l'on parvenait à en tuer un, on s'emparait de la pierre, talisman très-précieux.

Dans le Bas-Comminges, on attache au cou des animaux, des clochettes dont les battants sont des pierres aiguës, propres à combattre les maladies épidémiques, et que, pour ce motif, on nomme *peyrés dé pigotés* (pigotés, petite vérole). Ces pierres sont souvent de petites haches ou des pointes de flèches de l'âge de pierre.

Sur le sommet du toit de quelques vieilles maisons, on remarque une pierre, posée debout, brute ou très-grossièrement taillée. Cette sorte de divinité domestique veille sans cesse sur la maison. Les vieillards ne souffrent pas qu'on enlève ces pierres, aujourd'hui très-rares. Il est donc malaisé de s'en procurer, même à grand prix. J'en possède une que plusieurs chercheurs et moi-même, nous avions souvent observée sur le toit d'une maison sise au pied de la montagne d'Espiaup, dans la vallée de Larboust. C'est un petit bloc de granit grossièrement taillé, haut de 43 centimètres et représentant, semble-t-il, le profil d'une tête humaine. La partie inférieure forme une sorte de socle, de manière à ce que la pierre puisse se tenir debout. Dans une vitrine du Pavillon des sciences anthropologiques, à l'Exposition universelle, on voit aussi des statuettes en bois que les Néo-Calédoniens ont coutume de poser sur le sommet de leurs cases.

Que de faits, que de croyances j'aurais à raconter ici! S'il plaît à Dieu, je publierai prochainement un essai sur les *Mythes et légendes des Pyrénées*.

Visite au Musée de l'Institut anthropologique de la ville de Paris

— Le jeudi 27 août à 3 heures —

Les membres de l'Association assez nombreux ont été reçus par le professeur Broca, directeur du laboratoire d'anthropologie de l'école des Hautes-Études, le docteur Topinard, sous-directeur, MM. Chudzinski et Khuff, préparateurs.

M. Broca a expliqué que le musée dont sa grande série des Parisiens étudiée en 1862 a formé le premier noyau, comprend aujourd'hui 4,000 crânes, 50 squelettes humains, près de 500 moulages de cerveaux, une centaine de bustes et types pour l'étude du vivant, un assortiment non pas considérable, mais complet des matériaux les plus nécessaires pour l'étude de l'anatomie comparée et pour l'enseignement de l'archéologie préhistorique, plusieurs collections d'ethnographie, quelques centaines de pièces conservées dans l'alcool et réservées pour des études ultérieures et une collection, la seule de ce genre en Europe, de tous les instruments de craniométrie, de craniographie et d'anthropométrie usités précédemment et actuellement en anthropologie.

Ce musée, entièrement dû à l'initiative privée et en bonne partie aux dons des chirurgiens de marine et de l'armée et aux correspondants de la société d'anthropologie, est la propriété collective de trois autonomies; la société d'anthropologie qui, quoique y ayant contribué pour la moindre part en fut le premier parrain, le laboratoire d'anthropologie, qui depuis dix ans y consacre tout le travail de son personnel et l'école d'anthropologie, issue du laboratoire et chargée de mettre à profit ces richesses pour la diffusion et la connaissance de l'homme et des races humaines.

M. Topinard s'est chargé ensuite de faire les honneurs des vitrines en particulier. Il a montré surtout la collection si remarquable de moulages de cerveaux, de cerveaux conservés, durcis artificiellement, de calottes crâniennes avec report à la surface, de la topographie des circonvolutions cérébrales sous-jacentes, de moules intracraniens dus presque uniquement à M. Broca personnellement et à son digne aide M. Chudzinski. Un choix des pièces les plus démonstratives se trouvait en ce moment à l'exposition des sciences anthropologiques, mais ce qui restait est encore la plus étonnante collection et la seule en ce genre concernant la morphologie du cerveau suivant les races, les âges et les sexes et dans la série des mammifères.

Le beau gorille en carton pâte de M. Auzoux, trois squelettes de gorilles à côté, un squelette de microcéphale les touchant, le squelette à onze côtes contiguës attirèrent ensuite l'attention, puis les momies d'Egypte, du Pérou, des Canaries, les déformations crâniennes en si grand nombre et de toutes sortes que possède le musée, les microcéphales, encore une collection exceptionnelle, etc.

Les membres présents avaient manifesté, quelques jours auparavant, leur étonnement de la richesse des collections rassemblées au pavillon des sciences anthropologiques et quelques-uns s'étaient imaginé que la Société avait vidé ses vitrines Ils ont pu constater qu'au contraire la Société, ou mieux l'Institut anthropologique, avait tenu à laisser intact son musée, à ne prêter que çà et là quelques doubles et qu'au sortir même de l'exposition, le musée fondé par M. Broca apparaissait comme une œuvre presque individuelle, encore plus caractéristique de la fin du XIX^{e} siècle.

Vœux émis par la 11^{e} Section

Dans sa séance du 23 août, la section a émis le vœu suivant :

La section d'anthropologie exprime le vœu que l'administration du ministère de la guerre veuille bien publier *in extenso* la statistique par canton des causes d'exemption du service militaire.

Présentation de travaux imprimés

ENVOYÉS AU CONGRÈS POUR ÊTRE COMMUNIQUÉS A LA SECTION.

D^{r} DE MAN. — Een Elandshoorn opgevischt in de Schelde. — Middelburg. 1878.

12me Section

SCIENCES MÉDICALES

PRÉSIDENTS D'HONNEUR. . . . MM. le Dr PACCHIOTTI, Professeur à la Faculté de médecine de Turin.

Le Dr BROADBENT, Professeur à l'École de médecine de Sainte-Marie de Londres.

Le Dr J. SECO BALDOR, Professeur de Clinique à l'Université de Madrid.

PRÉSIDENT. . . . . M. TEISSIER père, Professeur à la Faculté de médecine de Lyon.

VICE-PRÉSIDENTS. . . . . . . MM. le Dr GUBLER, Membre de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté de médecine de Paris, Médecin des hôpitaux.

Le Dr PARROT, Membre de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté de médecine de Paris, Médecin des hôpitaux.

Le Dr POTAIN, Professeur à la Faculté de médecine de Paris, Médecin des hôpitaux.

Le Dr LEUDET, Directeur de l'École de médecine de Rouen.

SECRÉTAIRES. . . . . MM. le Dr POZZI, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Chirurgien des hôpitaux.

Le Dr F. FRANCK, Directeur-adjoint du laboratoire de physiologie de l'École des hautes études.

Le Dr CARTAZ, Rédacteur de la *Gazette hebdomadaire.*

RICHARD (de Lille), Interne des hôpitaux.

Le Dr HENRI PETIT, de Paris.

M. le Dr LE DOUBLE

De Tours.

DE L'ÉPIDIDYMITE BLENNORRHAGIQUE. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES

— *Séance du 28 août 1878.* —

Il y a deux espèces de lieux de moindre résistance :

Les lieux de moindre résistance accidentels (*loci minoris resistentiæ fortuiti*). — Ils ont été bien décrits par M. le professeur Verneuil.

Les lieux de moindre résistance congénitaux (*loci minoris resistentiæ natales*). — Ils comprennent les anomalies, les monstruosités, les malformations, en un mot tous les cas tératologiques.

Les manifestations morbides portent de préférence sur les lieux de moindre résistance appartenant à ces deux classes.

Dans les cas de hernie inguinale ou de varicocèle, l'épididymite survenant dans le cours d'une blennorrhagie a lieu presque invariablement du côté de la hernie ou du varicocèle.

Chez un individu atteint de hernie, la queue de l'épididyme enflammé peut se souder à l'intestin.—Une hernie réductible est transformée ainsi en hernie irréductible.

Ces adhérences s'établissent surtout lorsque l'intestin est dans la tunique vaginale, c'est-à-dire lorsque la hernie est congénitale.

En prévision de cette complication, il faudra, lorsqu'il y aura épididymite blennorrhagique avec hernie, maintenir dans l'abdomen pendant toute la durée des accidents inflammatoires, la portion du tube digestif qui a tendance à sortir.

Le varicocèle prédispose aux orchites à répétition.

L'épididymite blennorrhagique aggrave le varicocèle; elle amène plus aisément l'atrophie testiculaire, conséquence non obligée des varices du cordon.

Les connexions de l'épididyme avec l'intestin, s'il y a hernie, et avec les veines de la tige spermatique, s'il y a varicocèle, doivent engager à n'user qu'avec beaucoup de réserve et de prudence du traitement de l'orchite par la ponction de la tunique vaginale ou le débridement de la membrane albuginée.

L'explication de la localisation de l'inflammation blennorrhagique à l'épididyme du côté d'une hernie ou d'un varicocèle est facile.

Le testicule dont le cordon est variqueux, ou comprimé par une hernie fait partie des lieux de moindre résistance accidentels (*loci minoris resistentiæ fortuiti*).

Dans les cas d'anomalies de l'appareil génital (macrorchidie, microrchidie, anorchidie, ectopies et inversions testiculaires), l'inflammation blennorrhagique siége presque toujours du côté de l'anomalie.

Cette prédilection de l'inflammation pour la glande épididymo-testiculaire anormale est compréhensible; l'appareil génital mal conformé ou déplacé est compris dans les lieux de moindre résistance congénitaux (*loci minoris resistentiæ natales*).

La nature, la gravité, la soudaineté des symptômes de l'épididymite blennorrhagique iliaque ou inguinale ont pu faire croire à une affection très-sérieuse : péritonite, hernie étranglée, volvulus, ileus, entéralgie, coliques hépatiques ou néphrétiques.

L'épididymite blennorrhagique périnéale a simulé une hernie périnéale étranglée, un abcès péri-uréthral, une cowpérite.

L'épididymite blennorrhagique, dans les cas d'ectopies testiculaires, a donné lieu à tant d'erreurs de diagnostic, qu'on ne devra jamais entreprendre une opération sur une tumeur située dans la sphère génitale avant d'avoir examiné le scrotum de l'urèthre.

Avant de ponctionner la tunique vaginale, il conviendra de s'assurer des rapports de l'épididyme et du testicule. — On évitera ainsi de blesser l'épididyme, le testicule ou les vaisseaux, comme cela a été vu dans les cas d'inversions testiculaires.

En raison de la possibilité d'une inversion mobile ou changeante, l'examen de la glande devra être renouvelé au moment même de l'opération.

L'épididymite blennorrhagique paraît plus fréquente dans les cas d'anomalies du testicule. L'inflammation s'est toujours bornée à l'épididyme ou au canal déférent; elle s'est toujours terminée par résolution.

L'épididymite inguinale et l'épididymite avec inversions testiculaires sont les plus communes de toutes les inflammations qui, pendant une blennorrhagie, atteignent l'appareil génital mal conformé.

M. le Dr Charles BRAME

de Tours

SUR TROIS CAS DE GUÉRISON D'ENTÉRO-COLITE CHRONIQUE

— Séance du 23 août 1878 —

CONCLUSIONS.

1° Comme on le sait, dans l'entéro-colite chronique, il y a tantôt constipation opiniâtre, tantôt diarrhée.

2° La constipation peut provoquer la condensation du mucus intestinal qui prend l'apparence de fausses membranes et cela peut durer fort longtemps.

3° La constipation peut être accompagnée d'entéralgie qui apparaît parfois longtemps après le repas du soir (8 à 9 heures).

4° Le météorisme n'est pas une suite nécessaire de l'entéro-colite avec constipation.

5° Le pouls peut varier dans sa force; mais le nombre des pulsations peut être normal.

6° La chaleur animale peut ne pas être différente de celle que présente l'état normal, excepté à l'abdomen et aux lombes.

7° Le retentissement de l'affection entéro-colique vers l'estomac est plus ou moins marqué; la langue est saburrale; elle peut être recouverte d'un enduit épais.

8° Le traitement doit être variable comme les symptômes de l'affection :

Dans un cas où il y avait de fausses membranes, produites par du mucus concrété, le traitement qui a le mieux réussi a consisté en ventouses scarifiées, avec badigeonnage de sulfocyanure ferrique et de tannin, l'un et l'autre dissous dans l'alcool à 96°, suivi d'un badigeon-

nage avec le nitrate ou l'iodure argentique. On a ajouté à ces moyens de grands bains de son et de sel et des bains d'eau simple journaliers. A l'intérieur, on ordonne des lavements de mauve avec une cuillerée à bouche d'huile d'olive, et, vu l'état hyperlymphatique de la malade, on recommande du vin de quinquina au Malaga et des dragées d'iodure ferreux; du charbon de Belloc est également recommandé; de plus, on emploie à l'intérieur un mélange de glycérine et de chloroforme, mais seulement à la fin du traitement.

Dans un cas de constipation opiniâtre, durant depuis dix mois, on s'est servi avec succès du sulfate iodique à la dose de dix grammes, au repas du soir, et plusieurs fois par semaine, de l'eau d'une fontaine légèrement calcaire, à 12° (six verrées). La guérison a été obtenue en un mois et demi.

Dans un cas de diarrhée rebelle, depuis seize mois, le régime lacté, la viande crue, des lavements d'amidon avec laudanum, ont modifié suffisamment l'état de la muqueuse pour qu'on puisse appliquer l'électricité d'induction au bout d'un certain temps et guérir la malade en trois mois.

M. le Dr MOURGUES

De Lasalle (Gard).

SUR LE TRAITEMENT ABORTIF DE L'ÉRYSIPÈLE AMBULANT.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 23 août 1878. —

M. Mourgues préconise le traitement par les vésicatoires en bandelettes autour du point malade, par la cautérisation au nitrate d'argent et l'application du collodion élastique.

M. COURTY

Professeur la Faculté de médecine de Montpellier.

TRAITEMENT DE L'INVERSION UTÉRINE PAR L'APPLICATION DU PESSAIRE A AIR.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 23 août 1878. —

M. COURTY (de Montpellier) présente un travail « sur le traitement de l'inversion utérine par l'application du pessaire à air. » Ce travail comprend l'observation détaillée d'un cas d'inversion utérine datant de 4 mois, et dont la réduction spontanée a été obtenue après 11 jours de compression par le pessaire à air, sphérique de caoutchouc. M. Courty fait suivre cette observation de considérations pratiques desquelles il résulte que la *réduction spontanée* peut être obtenue en sollicitant par la compression méthodique, élastique, les contractions expulsives des fibres musculaires de l'utérus. Mais quand la compression soutenue ne peut pas être supportée, il faut tenter la *réduction méthodique* de l'inversion en retenant le col avec deux doigts introduits dans le rectum et recourbés en crochet. Quand, enfin, l'irréductibilité est avérée, c'est à la *ligature élastique* qu'on doit avoir recours.

M. le Dr J. SECO-BALDOR

Professeur de Clinique à l'Université de Madrid.

SUR L'UNIFICATION DE L'ENSEIGNEMENT MÉDICAL (1).

— Séance du 23 août 1878. —

(1) Brochure in-8°, chez Derenne, Paris, 1878.

M. le Dr Ch. LETOURNEAU

DE L'ÉLECTRISATION CÉPHALIQUE

(EXTRAIT).

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. LETOURNEAU rappelle les innombrables expériences physiologiques, qui ont établi l'existence, dans l'économie de tous les vertébrés, de nerfs chargés de régler la contraction des vaisseaux, surtout des artères, et que, pour cette raison, on a appelé vaso-moteurs. Comme l'action vaso-constrictive est surtout incontestée pour le ganglion cervcial supérieur du grand sympathique, M. Letourneau s'est demandé, si, en électrisant méthodiquement les nerfs vaso-moteurs de la tête, on ne pouvait pas obtenir, dans un but thérapeutique, l'anémie temporaire de l'encéphale.

Des expériences pratiquées, sans vivisection, sur des chiens et des lapins, ont prouvé à l'auteur de cette communication, qu'en électrisant avec une pile à courant continu soit la région où est situé le ganglion cervical supérieur, soit directement la région crânienne, on pouvait, surtout par des interruptions du courant, obtenir la dilatation pupillaire et la contraction des vaisseaux rétiniens. Ce dernier phénomène a aussi été observé directement chez l'homme par M. Letourneau. Cette constriction vasculaire se produirait de même dans l'encéphale et rendrait raison du vertige, qui accompagne souvent, chez l'homme, la fermeture et l'ouverture du courant. Elle expliquerait aussi, au moins en partie, l'invincible tendance au sommeil, qui succède parfois à l'électrisation de la tête, et dont M. Letourneau cite un exemple frappant.

Des données physiologiques invoquées par lui et des faits qu'il a observés, M. Letourneau a inféré que le traitement par l'électricité à courant continu, mais avec de rares interruptions, doit être employé contre les maladies mentales, surtout quand ces maladies sont récentes encore et n'ont pas provoqué la formation de néoplasies; il cite ensuite quelques faits de guérison obtenus par lui dans des cas soit de congestion cérébrale, soit de troubles psychiques, et, donne quelques indications pratiques.

DISCUSSION

Ce sont ces points théoriques, que reprend successivement M. GUBLER en discutant chacun d'eux. Il ne croit pas que la dilatation vasculaire active puisse être mise en doute, et, sans entrer dans le détail des expériences de vivisection, il rappelle seulement qu'on provoque d'emblée la ligne rouge des téguments par une friction légère et que cette coloration rouge étant suivie de l'apparition d'une teinte blanche persistante, on ne peut pas mettre la rougeur

sur le compte d'un épuisement nerveux vasculaire. Pour ce qui concerne l'état des centres nerveux pendant le sommeil, M. Gubler rappelle, qu'il a toujours soutenu l'existence d'une « congestion soporale. » Il n'en veut pour preuve que l'état de constriction extrême de la pupille et la congestion oculaire générale pendant le sommeil : cette congestion céphalique générale n'est pas nécessairement une congestion active, comme on le lui a fait dire. Abordant ensuite la question thérapeutique, sur laquelle a surtout insisté M. Letourneau, M. Gubler exprime la crainte que l'électrisation céphalique ne puisse entraîner, par l'anémie cérébrale qu'elle détermine, des menaces de syncope.

A ces remarques, M. Letourneau répond qu'il ne veut point insister sur la discussion théorique de l'action vaso-dilatatrice, de l'état du cerveau pendant le sommeil naturel et chloroformique. Ce sont là des questions à l'ordre du jour et sur lesquelles les physiologistes ont discuté et discuteront longtemps. Il tient seulement à bien établir, que, depuis depuis plusieurs années qu'il pratique avec persévérance l'électrisation céphalique, il n'a jamais observé d'accidents, ni même de phénomènes inquiétants.

M. Lecadre (oncle) du Havre, hésiterait à accepter l'application de l'électrisation céphalique, dans les cas de manie aiguë; il ajoute qu'il a, comme M. Gubler, constaté le rétrécissement pupillaire pendant le sommeil et aussi la dilatation immédiate au réveil.

M. Gubler fait remarquer que nécessairement la dilatation pupillaire doit se produire au réveil, le resserrement existant pendant le sommeil.

M. Burcq rappelle ce fait observé dans ses recherches de métallothérapie, que l'application d'un métal sur un point de la peau où une piqûre a été faite provoque un écoulement de sang, ce qui résulte de l'action vaso-dilatatrice de l'application métallique.

M. de Bommy (de Neufchâtel), cite un fait de vertige observé pendant l'électrisation céphalique.

M. Dor insiste sur ce point, que la conjonctive peut être injectée sans intervention vaso-motrice et que la plupart des sujets observés ont un peu de congestion conjonctivale. Du reste l'état de la circulation dans le pavillon de l'oreille pendant le sommeil ne serait pas d'accord avec l'idée d'une congestion céphalique.

M. Gubler répond que la congestion oculaire existe pendant le sommeil, indépendamment de toute trace de conjonctivite. Il affirme que les oreilles sont également congestionnées.

Après quelques mots de MM. Dor et Dagrève, la discussion est close sur les différentes questions soulevées par la lecture du travail de M. Letourneau.

M. le Dr COUDEREAU

DESCRIPTION D'UN PROCÉDÉ OPÉRATOIRE POUR L'ABLATION TOTALE DE L'UTÉRUS PAR LA VULVE, DANS LE CAS DE CANCER UTÉRIN.

— *Séance du 23 août 1878.* —

L'opération dont je vais vous entretenir a été tentée déjà, mais sans succès. Depuis 1830, les chirurgiens l'ont complétement abandonnée.

J'ai rencontré, dans ma pratique personnelle, un certain nombre de femmes atteintes de cancer utérin, chez qui les culs-de-sac vaginaux étaient libres d'adhérences bien, que le col fût complétement, ou presque complétement détruit. Je me suis demandé s'il n'était pas possible, en modifiant les procédés opératoires de nos prédécesseurs, de pratiquer avec succès l'ablation totale de la matrice par la vulve.

Il y a deux ans, environ, je fus appelé près d'une femme de 38 ans, robuste encore, mais obligée depuis un an, par des pertes abondantes, de garder le lit 15 à 20 jours sur trente. Les douleurs étaient modérées. Le col ulcéré jusqu'aux attaches vaginales présentait un infundibulum tapissé de fongosités saignantes.

Le vagin était sain dans toute son étendue et libre d'adhérences. Utérus volumineux, mais parfaitement mobile. Pas d'engorgements ganglionnaires.

Je me bornai à détruire les fongosités et à combattre l'hémorrhagie.

Il me sembla que, chez cette malade, l'ablation de la matrice eût offert de grandes chances de succès. Je méditai un *modus operandi* que je soumis à mes amis les docteurs Collineau et Delaunay. Ils voulurent bien m'aider de leur assistance et de leurs conseils pour mener à bien cette étude en vue de laquelle nous fîmes ensemble une quinzaine d'opérations à l'école pratique de la Faculté.

Ma principale préoccupation était de ne pas ouvrir le péritoine. Dubled l'avait tenté sans y réussir.

Au cours de ma première opération, je déchirai la vessie. Pareil malheur arriva au professeur Roux sur le vivant. Pour y parer depuis, je dilatai l'urèthre au début de l'opération. On introduit l'index dans la vessie, à l'instar d'Huguier, afin de pouvoir surveiller les rapports des deux organes toutes les fois que cela est utile. Cette pratique offre en outre l'avantage de s'assurer par l'exploration directe, si la vessie n'est pas envahie par le cancer.

J'abaisse ensuite le col. La force de traction nécessaire pour l'amener à la vulve est très-variable. Cruveilhier l'évaluait à 30 kilogrammes.

Le moindre effort suffit quelquefois. Dans certains cas il faut déployer une force considérable. Il m'est arrivé, sur un cadavre qui présentait un rétrécissement du rectum, de ne pouvoir abaisser le col et d'être obligé de renoncer à faire l'opération.

Pour opérer l'abaissement, la pince de Museux est un instrument infidèle dont les griffes déchirent facilement les tissus rendus friables par la maladie et lâchent prise.

J'ai fait construire pour cet usage, chez M. Capron, un instrument spécial destiné à agir sur la matrice tout entière en prenant un point d'appui dans sa cavité.

Cet instrument que, pour abréger, j'appellerai *endoceps* se compose de deux branches qui sont appliquées séparément et articulées ensuite à la façon des branches d'un forceps; seulement, au lieu de s'entrecroiser comme celles-ci, elles s'écartent à leurs deux extrémités comme les deux branches d'un X italique, de telle sorte qu'en rapprochant l'une de l'autre les deux branches à une extrémité, on obtient à l'autre extrémité, un écartement. Les extrémités destinées à prendre un point d'appui sur les bords latéraux de la cavité utérine sont légèrement courbées en dehors et boutonnées pour se loger dans les deux cornes.

Lorsque l'endoceps est placé et articulé, on rapproche les branches extérieures l'une de l'autre jusqu'à ce que la sensation de résistance indique que l'écartement est suffisant à l'autre extrémité; des crans d'arrêt les fixent dans cette position. Une vis maintient l'écartement des deux branches qu'on tient en main, pour empêcher que la pression dont elles sont l'objet pendant les tractions ne déterminent à l'autre extrémité un écartement excessif qui déchirerait les tissus.

Cet instrument qui prend son point d'appui sur une large surface fait courir beaucoup moins de chances de déchirures que les pinces de Museux auxquelles, du reste, il n'empêche pas de recourir à l'occasion, non plus qu'à la pince à plateaux de Nélaton.

La femme est préalablement placée et maintenue dans la position de l'examen au spéculum. Puis l'endoceps étant placé et fixé, j'attire le col vers la vulve, aussi bas que le permet la laxité des tissus. Je m'assure d'abord des rapports exacts que la paroi vaginale antérieure affecte avec la vessie, dans laquelle j'introduis un doigt par l'urèthre préalablement dilaté, je pratique alors la section circulaire du vagin sur le col en ayant soin de faire en avant l'incision au-dessous du point où j'ai constaté la présence de la vessie, et en me gardant d'intéresser en arrière le cul-de-sac péritonéal qui tapisse la paroi vaginale.

Je dissèque en avant et sur les côtés, le vagin que je détache de l'u-

térus, dans une très-petite étendue, avec le bistouri ou les ciseaux d'abord; puis, à l'aide de la pulpe du doigt, je repousse la vessie en haut, et je détache, dans la plus grande étendue possible, les adhérences cellulaires du péritoine au bas fond de la vessie, d'une part, de l'autre, à la face antérieure de l'utérus.

Pendant ce temps, un aide écarte la vulve et maintient des petites pinces, à l'aide desquelles je fixe les bords de la section vaginale en avant, et qui peuvent en même temps, servir de moyen hémostatique. L'autre aide, auquel j'ai confié l'endoceps, exerce une traction continue, dans des directions variées, pour amener le plus possible à ma portée, la partie de l'organe sur laquelle je dois agir.

Les tractions doivent toujours être faites en bas et en arrière. L'union du péritoine à la paroi vaginale postérieure, est tellement intime, qu'il faut se garder de toute tentative de décollement de ce côté, sous peine d'ouvrir la cavité péritonéale. Ces liens, cependant, cèdent un peu par le fait des tractions continues, car vers la fin, on obtient, même en arrière, un prolapsus beaucoup plus accusé.

On s'efforce alors de faire basculer l'utérus en avant. Il est nécessaire, à ce moment de bien surveiller la vessie, qui pourrait être entraînée au dehors avec le fond de la matrice. On complète assez facilement le renversement, en s'aidant d'une pince de Museux, dont les griffes sont implantées dans sa paroi antérieure aussi près que possible du fond de l'organe.

Je fais maintenir le tout en place et je jette, au-dessus de la matrice, une anse métallique dont les deux chefs sont passés dans un serre-nœud de Maisonneuve, au moyen duquel j'étreins un pédicule, à peu près uniquement composé d'éléments péritonéaux : 1° en avant, le cul-de-sac vésico-utérin, décollé et repoussé sur le fond de l'organe ; 2° sur les côtés, les ligaments larges avec les vaisseaux utérins ; 3° en arrière, le cul-de-sac utéro-rectal.

Une broche en fer est passée à travers le pédicule, et un deuxième serre-nœud, appliqué en arrière de la broche et modérément serré. Je détache alors la matrice à l'aide du bistouri, et je fais la suture du vagin, en procédant d'avant en arrière.

Quatre à cinq sutures métalliques m'ont paru suffisantes. Arrivé au pédicule, je passe une forte épingle qui traverse : 1° la paroi vaginale gauche, 2° le pédicule, 3° la paroi vaginale droite, et je fais la suture entortillée.

Maintenir à l'extérieur la suture, panser à l'eau alcoolisée et phéniquée, et laisser en place les serre-nœud jusqu'à ce que le pédicule se détache de lui-même. Plus tard, refouler le vagin dans la cavité pelvienne.

L'opération a été faite un certain nombre de fois sur des sujets ouverts, ce qui a permis de suivre de l'œil chacune de ses phases dans les moindres détails. Sur des sujets entiers, l'autopsie a été faite et l'examen attentif nous a démontré que *la cavité péritonéale était restée parfaitement close.*

Quel serait le résultat de cette opération sur le vif? Car ce n'est encore qu'une opération d'amphithéâtre. Au point de vue du traumatisme, elle me semble offrir des chances, sinon meilleures, au moins égales à celles de l'ovariotomie et de l'hystérotomie exécutées par la gastrotomie, puisque le péritoine y est infiniment plus ménagé.

Au point de vue des probabilités de récidive, Lebert a trouvé que, sur 45 cas de cancer de la matrice, un tiers des sujets présentaient des tumeurs cancéreuses dans d'autres organes.

Dans les quinze cas, le vagin était envahi; huit fois le cancer était multiple, occupant au-delà de deux ou trois organes.

En prenant cette statistique comme point de départ, les pires chances qu'ont ait à courir seraient donc une récidive par continuation sur trois opérations.

Si nous considérons d'autre part les chances de vie d'une femme atteinte de cancer utérin, je trouve dans le même auteur que sur 30 cas la mort est survenue :

1	fois	avant 3 mois
5	»	de 3 à 6 »
6	»	de 6 à 9 »
5	»	de 9 à 12 »
10	»	de 12 à 18 mois
3	»	après deux ans.

Si l'on veut bien considérer, d'une part les chances de mort à courte échéance que présente la maladie abandonnée à sa marche naturelle; et d'autre part, les chances de succès que peut offrir l'opération que je viens de décrire — à la condition expresse de n'opérer que dans les cas où le cancer est purement local — je considère que, dans l'espèce, il suffit de démontrer que le mal est accessible aux moyens chirurgicaux, non-seulement pour justifier l'opération, mais pour en établir la nécessité, pour en faire un devoir.

M. le Dr NARDIZ

de New-York

INFLAMMATION GANGRÉNEUSE

— *Séance du 24 août 1878* —

Il s'est toujours élevé beaucoup de confusion de ce que l'on ne pouvait parfaitement distinguer les causes, surtout les progrès incidentaux, de l'état de mortification et, en conséquence, de l'usage vague des termes employés.

Gangrène et sphacèles sont des termes communément employés pour exprimer la mort partielle ou entière d'une partie, procédant de n'importe quelle cause; mais l'inflammation qui se termine en gangrène, et ce qui arrête et fait naître un sphacèle, quoique formant une part essentielle de la mortification, sont choses si complétement opposées, que nous ne pouvons employer les mêmes termes pour les exprimer, dans un sens spécifique ou général.

La gangrène ne peut dépendre d'une inflammation qui ne soit pas précédée par elle-même; cette inflammation, au contraire, de laquelle elle est la crise, est une inflammation gangréneuse. Ce dernier terme ne s'applique donc pas, comme condition première, aux cas de gangrène qui dépendent de l'étranglement ou d'un arrêt de circulation par un changement dans la structure et adaptation des parties, ni aux exemples de décomposition provenant de l'action de la chaleur ou du froid, ou des agents chimiques.

L'inflammation gangréneuse peut subir une révolution et passer sans produire la gangrène, ou sans produire aucune espèce de désorganisation. Je l'ai vue se produire par la piqûre d'une épingle, la morsure d'un insecte et d'une sangsue. Une légère abrasion sur la surface de la jambe a été souvent le premier pas vers une mortification fatale; dans ce cas elle peut être proprement regardée comme une inflammation gangréneuse produite par usure, prenant la place d'une inflammation adhésive, suppurative ou ulcérative, et on peut ajouter à toutes celles établies avant, et spécialement à l'inflammation précédemment décrite, les érysipèles, qui alors prennent le nom d'érysipèles gangréneux; mais à cette condition, que procédant de quelque cause ou ne procédant pas d'une cause visible, le terme gangrène, strictement parlant, est inapplicable.

Lorsque la gangrène ou la mort d'une partie est l'effet d'un arrêt

de circulation dépendant de causes mécaniques ou chimiques, l'inflammation des parties qui l'entoure est une conséquence, non une cause de destruction; et si l'origine et la nature de cette inflammation sont conservatives, leurs tendances étant de circonscrire et de rejeter (faire sortir) la gangrène, le cas d'une origine mécanique ou chimique mérite d'être regardé d'une manière tout à fait opposée à celle d'inflammation gangréneuse. Les pathologistes ont néanmoins mélangé ces différents cas si opposés; quelques-uns maintenant que l'inflammation est préliminaire, dans tous les cas indispensable à la mortification; pendant que d'autres ont considéré la mortification comme la cessation de toute action, et jamais comme le résultat de l'inflammation; ainsi confondant la désorganisation critique d'une action excessive avec celle d'une circulation arrêtée, ou en d'autres mots, le phénomène physique avec le physiologique.

Il suffit seulement de comparer l'état et la constitution des parties pour être assuré de l'entière différence des deux cas. Ainsi dans la gangrène sèche provenant de la congélation des pieds, cas vu fréquemment dans les hôpitaux, comme dans les coutures produites par les substances caustiques, ou par étranglement, la ligne de démarcation est annoncée par le dépôt de matière adhésive; alors l'action ulcérative commençant sur plusieurs points et procédant le long de cette ligne, accomplit graduellement la séparation; pendant que dans le même moment la construction des granulations sortant de la matière adhésive, avance l'état final de réparation (la fabrication d'une nouvelle surface). Dans le même moment la santé est très-peu endommagée, le système étant capable de prendre et d'appliquer le support que le cas demande.

Les cas d'inflammation gangréneuse que l'on rencontre le plus communément sont ceux dans lesquels les phlyctènes et les pièces sans couleur précèdent la mort actuelle d'une portion des parties molles; celles-ci donnent plus d'espérance en proportion comme le premier état est apparent, et admet, comme dans les cas de (*over repletion and starvation*) d'un système graduel de correction des erreurs.

Si la marche de la gangrène est arrêtée, et si un bon système de suppuration est établi avec l'aide des stimulants locaux qui sont applicables, ces cas vont généralement bien, s'ils apparaissent sur une surface saine jusque-là; mais il n'en est pas ainsi dans le cas d'ulcères, ou d'une surface déjà malade. L'accession d'érysipèles prenant un caractère gangréneux est alors un empêchement sérieux à leur guérison. Un autre est la mort continuellement arrivant des granulations nouvellement formées par des coutures alternant. C'est d'une de ces manières que nous voyons des membres entiers affectés par une chose qui semblait insignifiante au commencement, dans le système appauvri des personnes qui font des excès de table.

La douleur attendant la marque gangréneuse, sèche sur les doigts de pieds ou mains et s'étendant au restant, occasionne quelquefois les plus grandes souffrances, et peut rarement être apaisée par une dose d'opium. J'ai plusieurs fois observé ceci, lorsque la santé n'était pas autrement affectée, le système bien nourri en apparence, la personne robuste, et la désorganisation procédant très-doucement, était, pour un temps assez long, limitée à un ou deux doigts de pieds ou moins. Je crois cette maladie, quoique paraissant locale, dépendant d'une sanguification ou circulation imparfaite due à des causes physiques. Elle détruit par une irritation et exhaustion continuelle du système.

M. le Dr E. CLÉMENT

Médecin des hôpitaux de Lyon.

APPAREIL DE RÉFRIGÉRATION POUR LE TRAITEMENT DE LA FIÈVRE TYPHOIDE.

— *Séance du 24 août 1878.* —

Je ne prétends point entrer dans la discussion générale sur la valeur de la méthode réfrigérante appliquée aux maladies fébriles, spécialement à la fièvre typhoïde, et par méthode réfrigérante, j'entends celle où l'on emploie les bains froids, la seule efficace.

Le public médical français reste encore hésitant en présence des opinions contradictoires formulées de différents côtés. Ces divergences dans les appréciations et dans les résultats tiennent, j'en suis convaincu, à l'inobservation rigoureuse des préceptes posés par Jungersen, Liebermeister et surtout par Brand. Chacun applique la méthode à sa guise, lui apportant telle modification qu'il croit utile et propre à en tempérer la sévérité. On oublie ainsi que ces préceptes ont été établis à la suite d'innombrables expériences et d'inévitables tâtonnements. Au lieu de s'en tenir aux règles posées par ceux qui ont déjà traversé cette première phase d'expérimentation clinique, on recommence des essais qu'eux mêmes ont reconnus mauvais ou insuffisants, puis on s'étonne de ne pas arriver aux mêmes résultats.

L'emploi de l'appareil que je propose ne change rien à la méthode de Brand, il a simplement pour but de remplacer le bain froid par quelque chose de plus commode, d'aussi efficace et de moins pénible pour le malade.

Le problème consistait à *refroidir le malade sans le déplacer et sans le mouiller*. Il est évident qu'en entourant le corps tout entier avec un sac de caoutchouc à double paroi, contenant de l'eau, on produirait une réfrigération identique à celle obtenue en plongeant le corps dans une masse d'eau d'égal volume et de même température. Mais ce scaphandre de caoutchouc, analogue à celui du capitaine Boyton, eût été trop dispendieux et trop difficile à appliquer pour être accepté dans la pratique. La théorie, heureusement, permet d'admettre qu'une masse d'eau moindre, *renouvelable* à volonté, en contact avec une étendue plus limitée de la surface cutanée, produira une réfrigération égale à celle d'un bain entier, mais dans *un temps plus long*. Et même, si tous les éléments de ce problème de calorimétrie étaient connus, on aurait pu établir d'avance les dimensions de l'appareil réfrigérant ; or nous ne connaissons ni la chaleur spécifique du corps humain, ni la quantité de calories fournies dans un temps donné, soit à l'état physiologique, soit dans le cours de la fièvre. Il fallait donc procéder par tâtonnement et déterminer par l'expérimentation sur quelle étendue il suffisait d'appliquer un appareil réfrigérant contenant de l'eau, pour obtenir un *abaissement de la température centrale, équivalent à celui produit par un bain entier, et dans un temps relativement court*.

L'expérience semble démontrer que la ceinture que je vais décrire réalise cette condition ; mais si la pratique ultérieure faisait reconnaître son insuffisance, rien ne serait plus facile que d'augmenter ses dimensions et par suite la surface de réfrigération.

Description de l'appareil. — Il se compose d'une ceinture à double paroi, en caoutchouc vulcanisé, qui doit être assez longue pour envelopper complétement le tronc et assez large pour couvrir la partie inférieure du thorax, l'abdomen, et pour descendre au-devant des cuisses jusqu'au niveau où les vaisseaux fémoraux sont superficiels. En arrière elle doit recouvrir toute la région fessière ; cette dernière condition a le double avantage d'augmenter la surface de réfrigération et de diminuer les chances d'escharres au sacrum, en faisant disparaître l'injection de la peau, sans ramollir l'épiderme. Les extrémités de la ceinture sont ramenées au devant de l'abdomen, et maintenues affrontées à l'aide de courroies. Quatre tubes de caoutchouc font communiquer la cavité de la ceinture avec l'extérieur. Deux sont placés au bord supérieur et adaptés comme des siphons à un baquet posé au-dessus du plan du lit, ils conduisent l'eau dans l'intérieur de la ceinture. Les deux autres insérés au bord inférieur servent à décharger l'appareil. Tous ces tubes sont munis d'un robinet réglant l'apport et la décharge.

En résumé, représentez-vous une vulgaire ceinture de natation, trois ou quatre fois plus large que d'ordinaire.

Mode d'emploi. — La ceinture est placée, comme je l'ai dit, autour de l'abdomen, recouvrant un peu la base du thorax et le haut des cuisses. Il faut veiller à ce que les deux extrémités de la ceinture se rejoignent bien sur la ligne médiane, de façon à ne laisser aucune partie du ventre à découvert. Ces précautions prises on peut procéder de plusieurs façons.

1° En établissant un courant continu dans l'appareil;

2° En ne renouvelant la masse d'eau de l'appareil qu'à des intervalles variables, suivant l'indication, de quart d'heure en quart d'heure par exemple.

Pouvoir réfrigérant. — Par le courant continu on obtient un effet brusque, qui rapproche beaucoup de celui du bain. Il est indiqué dans tous les cas où il y a excitation violente et où l'on veut agir à la fois sur le système nerveux et sur l'hyperthermie. Je me sers ordinairement d'eau à la température de 15 ou 20°, mais on conçoit que suivant l'indication à remplir, on peut à son gré modifier la température de l'eau.

La première fois que j'appliquai l'appareil, je fis usage du courant continu et j'obtins à ma grande surprise un abaissement énorme. Il s'agissait d'un malade atteint de fièvre typhoïde et déjà amélioré par la méthode de Brand. La température était de 40°,3, au bout de 15 minutes il éprouva un frisson intense, comme dans le bain froid, et au bout de 40 minutes sa chaleur tombait à 37°,9, soit 2°,4.

Je cite ce fait pour montrer quelle peut être la puissance de ce moyen dans certains cas; mais j'ai hâte d'ajouter qu'il est exceptionnel. J'induirais mes lecteurs en erreur, si je leur présentais le résultat comme constant ou facile à obtenir. Tous ceux qui ont employé la méthode de Brand savent qu'au début du traitement les malades présentent toujours une grande résistance et qu'ils perdent à peine quelques dixièmes de degré dans un bain. Quelquefois la température ne s'abaisse pas, ou s'élève même de 1 ou 2 dixièmes, comme si la production de calorique s'exagérait momentanément et dépassait la quantité soustraite par l'eau du bain. Ces faits, qui sont loin d'être rares, déroutent les novices et les découragent s'ils n'en sont point prévenus. Il en est ainsi même avec l'appareil, il peut arriver qu'après avoir pratiqué le courant continu de 15 à 30 minutes, on n'obtienne qu'un abaissement insignifiant; mais je le répète, cela n'a lieu qu'au début du traitement, comme dans la méthode de Brand.

Le deuxième procédé consiste à laisser séjourner l'eau dans la ceinture pendant un quart d'heure, et à la renouveler de quart d'heure en quart d'heure. La durée totale de l'application peut varier suivant les résultats obtenus. En moyenne mes malades ont subi des séances de

1 heure et demie. J'en ai vu qui s'endormaient dans leur appareil pour ne se réveiller qu'au moment où on renouvelait l'eau.

Je ne veux point aujourd'hui indiquer toutes les règles à suivre. Elles peuvent varier à l'infini suivant les cas et c'est là le grand avantage de l'appareil de pouvoir modifier son application à son gré, tantôt faisant des séances courtes avec de l'eau plus froide, tantôt faisant des séances plus longues avec de l'eau à température plus élevée.

Je ne veux pas davantage exposer les résultats cliniques auxquels je suis arrivé, ils ne sont pas encore assez nombreux. Mais je puis dire, et les tracés thermométriques que j'ai l'honneur de vous soumettre et que je dois à l'obligeance d'un interne très-distingué de nos hôpitaux, M. Julliard (1), en font foi, que l'on obtient avec cet appareil un abaissement considérable de 1°,6 en 1 heure et demie. Cette moyenne a été calculée d'après les résultats obtenus dans 225 bains pris par 12 malades.

J'ajouterai en terminant que cet appareil peut servir à résoudre un certain nombre de questions de calorimétrie dans l'état de maladie ou de santé. J'ai déjà recueilli à ce sujet quelques matériaux qui me paraissent intéressants. Mais comme j'ai l'intention de poursuivre ces recherches je les garde pour une prochaine communication.

M. le Dr VERNEUIL

Membre de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté de médecine de Paris, Chirurgien des hôpitaux.

SUR LES OPÉRATIONS CHEZ LES SUJETS ATTEINTS DE NÉOPLASMES GÉNÉRALISÉS.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 24 août 1878. —

Ce sujet fait partie de la question plus générale dont M. DE VERNEUIL a entrepris l'étude avec plusieurs de ses élèves, sur l'influence réciproque des états constitutionnels et des lésions traumatiques.

S'il ne s'est pas encore occupé du cancer, cela tient aux difficultés inhérentes à cette partie de la question et qui ont pour cause principale la confusion qui règne encore sur la définition même du cancer.

Les anatomo-pathologistes, qui ne voient que l'élément microscopique, appellent cancer vrai une tumeur caractérisée histologiquement d'une certaine façon. Les cliniciens, au contraire, relèguent l'élément histologique au second

(1) JULLIARD. — *Considérations sur la fièvre typhoïde, etc. — Lyon médical* (1878).

plan et soutiennent qu'en dehors du cancer vrai, il y a d'autres tumeurs caractérisées autrement que lui et qui néanmoins se comportent cliniquement comme lui.

Dès lors l'étude des lésions traumatiques chez les néoplasiques devient extrêmement difficile, car si d'une part, des tumeurs en apparence différentes suivent une marche tout à fait semblable, il faut d'autre part tenir compte de la multiplicité des conditions des néoplasmes.

Ainsi, par exemple, on trouve une tumeur unique ; ou des tumeurs multiples ; si l'on vient à opérer, la blessure porte, soit sur le tissu malade, soit dans une région éloignée ; ou bien on fait une opération incomplète, on enlève une partie du mal et on en laisse une autre. Et alors il faut examiner ce que deviennent, dans ces conditions différentes, la plaie, l'organisme et la portion de cancer laissée en place.

M. Verneuil ne veut pas traiter maintenant ces différents chapitres ; mais seulement l'influence de la généralisation dans les viscères sur la mort qui survient dans les opérations chez les néoplasiques.

Voici ce qui arrive dans ce cas. Un malade présente un néoplasme circonscrit dans une région quelconque du corps ; on trouve tout au plus, dans le voisinage, quelques ganglions engorgés ; l'examen des grands viscères ne révèle aucune contre-indication ; on opère ; tout va bien pendant quelques jours, puis surviennent tout à coup des accidents et le malade meurt. A l'autopsie, on trouve dans les poumons, le foie, les reins, les os, des dépôts secondaires qu'on n'avait pu découvrir avant l'opération.

L'orateur a vu 10 cas de ce genre dans sa seule pratique, depuis 1854. Les autres chirurgiens en ont observé également. Velpeau, dans son *Traité des maladies du sein*, en signale 5 cas, mais il croit que les noyaux viscéraux se sont développés après l'opération ; Virchow en cite aussi 4 cas sur 45.

Ces faits ne doivent donc pas être rares, mais on n'a encore rien publié sur la question. On lit bien dans les classiques de la fin du dernier siècle, qu'une contre-indication formelle à l'ablation d'une tumeur est une autre tumeur de même nature siégeant dans une région inaccessible à la main du chirurgien, mais ils ont oublié de dire à quels signes on la reconnaissait.

Pour écrire ce chapitre de pathologie chirurgicale, il faudra un grand nombre d'observations ; pour le moment, M. Verneuil se contente d'indiquer dans quelle voie il faudra chercher. On peut déjà ranger les faits *d'après leur fréquence*, comme il suit : sein, testicule, ovaire, cou, membres ; d'après *la nature du néoplasme* : cancer vrai, lymphadénome, sarcome et fibrome, enchondrome, épithélioma après plusieurs opérations ; *au point de vue de la généralisation* : poumons, foie, ganglions lymphathiques, cerveau, intestin.

Toutes ces variétés ont néanmoins deux caractères communs : la difficulté du diagnostic de la généralisation et la gravité du pronostic : dans un cas, les trois cinquièmes du poumon étaient envahis par le cancer, sans que l'on ait pu le reconnaître pendant la vie, malgré un examen minutieux et plusieurs fois répété.

L'opération, dans ces cas, a une double action sur l'individu ; d'abord le traumatisme fait accroître avec rapidité une petite tumeur siégeant sur un organe

profond et dont on n'avait pas diagnostiqué la présence ; ensuite les organes malades réagissent à leur tour sur sa marche et sa terminaison.

M. Verneuil donne les titres de ses 10 observations personnelles et, en terminant, dit que la question des indications et contre-indications opératoires chez les cancéreux est tout entière à refaire — qu'on ne peut évidemment cesser de les opérer, mais que tous les chirurgiens devraient se mettre à l'œuvre et chercher en particulier à reconnaître les signes des généralisations viscérales.

DISCUSSION

M. Fleury, de Clermont-Ferrand.— Les faits cités par M. Verneuil doivent être bien rares et considérés comme une exception à la règle générale. Il est en effet difficile qu'avec les moyens d'investigation si nombreux et si précis que nous possédons, en tenant compte des lésions fonctionnelles, une altération matérielle du foie et surtout du poumon puisse nous échapper.

Je pourrais aussi prendre la contre-partie et vous citer l'observation de quelques malades qui, à la suite d'une ablation de la glande mammaire, n'ont pas eu de récidive, quoique les lésions anatomiques et microscopiques n'aient laissé aucun doute sur la nature du produit enlevé. Ce sont encore, pour moi, des exceptions qui n'infirment pas la règle. Ce qu'a dit le savant professeur de la Faculté doit nous engager à restreindre encore un peu l'usage des bistouris en présence du cancer.

Je ne saurais trop m'élever contre ces opérations que l'on pratique pour ainsi dire *in extremis*, et si un membre de l'Académie de médecine n'était pas venu nous dire dernièrement pour excuser un insuccès, que la désarticulation de la cuisse avait été faite chez une femme arrivée à la dernière période de la cachexie cancéreuse, nous n'aurions peut-être pas lu l'observation d'une malade à laquelle on a pratiqué l'entérotomie, pour lui ingérer dans l'intestin des matières alimentaires qui ne pouvaient plus traverser un estomac cancéreux. C'est, il me semble, traiter bien légèrement cet organe que de le considérer comme un réservoir analogue à la vessie.

M. Jules Bergeron s'étonne que l'on n'ait trouvé aucun signe stéthoscopique chez la malade qui n'avait que 2/5 de poumons sains. S'il en est ainsi, il faut renoncer à l'auscultation et à la percussion.

M. Verneuil. La même objection a été faite dans les mêmes termes il y a trois ou quatre ans à la Société anatomique par M. Rendu, à propos d'un malade de M. Lannelongue; il n'y a pas dans ces cas absence de phénomènes stéthoscopiques, mais ils n'ont pas de signification pathognomonique. C'est invraisemblable, mais cela peut s'expliquer. La malade disait qu'elle était exposée à des accès d'asthme, et on croyait que les râles sibilants que l'on entendait provenaient de là ; à l'autopsie on trouva du cancer, mais avec de l'emphysème compensateur. Elle est morte au quatorzième jour; il est probable qu'au moment de l'opération les noyaux pulmonaires n'étaient pas aussi avancés qu'à cette époque.

Quant à l'objection de M. Fleury, M. Verneuil, en y répondant, répète que toute la question des opérations chez les cancéreux est à reprendre. Les an-

ciens disaient : N'opérez pas les cachectiques. Mais que faut-il entendre par cachexie? M. Verneuil a vu des opérés épuisés en apparence, reprendre des forces après l'opération, et d'autre part presque tous les malades dont il vient de parler étaient des individus robustes et de la plus belle apparence.

M. Houzé de l'Aulnoit dit qu'il est souvent difficile de diagnostiquer le cancer du poumon ; il se rappelle un cas de son internat, dans lequel Andral lui-même s'y est trompé; le grand clinicien prit un cancer du poumon pour un épanchement pleurétique et fit même plusieurs ponctions.

M. Dor croit rares les cas rapportés par M. Verneuil; il connaît des faits dans lesquels il y avait des lésions viscérales quand on a opéré, ce qui n'a pas empêché le malade de vivre longtemps. Il parle entre autres d'un malade opéré par Græf pour un mélano-sarcôme de l'œil, et qui malgré la présence de tumeurs au foie à ce moment, vécut encore neuf ans et demi. Il mourut d'un cancer de l'estomac et du foie.

M. Potain reconnaît la grand difficulté de diagnostiquer les cancers internes. Les médecins qui ont pratiqué sur les vieillards savent qu'il est commun de trouver à l'autopsie des cancers qu'on n'avait pas soupçonnés pendant la vie, et de n'en pas trouver alors qu'on croyait à leur existence. Il faut tenir compte dans ce diagnostic des symptômes généraux et des symptômes locaux. On suppose qu'il y a du cancer dans les poumons quand on se trouve en présence de symptômes généraux qu'on ne peut attribuer à aucune autre affection. Les chirurgiens ont à leur disposition un élément de plus que les médecins, c'est-à-dire le cancer externe, qui peut les éclairer.

Le diagnostic est encore extrêmement difficile quand il y a des lésions symétriques dans les deux poumons; M. Potain cite un cas dans lequel il a soupçonné une tuberculose double d'après les symptômes généraux, sans qu'un examen du thorax fait avec obstination ait pu lui en faire affirmer l'existence. Le cancer du poumon est tout aussi difficile à diagnostiquer quand il est étendu et symétrique, ou petit et profond. C'est là la raison de l'impossibilité que M. Verneuil a eue de reconnaître la généralisation dont sa malade était atteinte.

M. Galezowski cite à l'appui des opinions de M. Verneuil un cas de sarcôme choroïdien que l'on opéra, bien qu'il y eût un engorgement ganglionnaire cervical, à cause de douleurs atroces. Il n'y eut pas d'accidents immédiats, mais la malade mourut six semaines après de cancer pulmonaire. Comme il fallait dans ce cas soulager la malade à tout prix, M. Galezowski pense que malgré l'existence de lésions viscérales, il faut quelquefois opérer.

M. le Dr François FRANCK

Directeur-adjoint du laboratoire de physiologie à l'École des hautes études.

SUR LE DIAGNOSTIC DE LA PERSÉVÉRANCE DU CANAL ARTÉRIEL.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 24 août 1878. —

M. François Franck. — Les signes à l'aide desquels on peut établir ce diagnostic sont les suivants : 1° L'existence d'un souffle systolique en arrière de la poitrine, à gauche de la colonne vertébrale, entre les apophyses épineuses et le bord spinal de l'omoplate, à la hauteur des troisième et quatrième vertèbres dorsales ; — 2° Le renforcement inspiratoire de ce souffle; — 3° L'exagération si remarquable des influences respiratoires sur le pouls artériel; — 4° L'absence de cyanose quand il n'y a pas d'autre lésion congénitale.

DISCUSSION.

M. Teissier père cite un fait qui lui paraît recevoir une grande lumière de la communication de M. Franck. Il s'agit d'une jeune fille, atteinte depuis plus de quinze ans d'une affection cardiaque, sur laquelle on a fait toutes sortes de diagnostic, qui n'ont point entièrement satisfait M. Teissier. — Cette affection, caractérisée par un souffle rude, énorme, s'entendant en avant et en arrière, et s'accompagnant d'essoufflement, sans cyanose, quand la malade marche vite ou monte un escalier, lui paraît être une persistance du canal artériel.

MM. DUJARDIN-BEAUMETZ et PROUST

Médecins des hôpitaux.

SUR LE TRAITEMENT DES ANÉVRYSMES DE L'AORTE PAR L'ÉLECTRO-PUNCTURE.

— Séance du 24 août 1878. —

L'année dernière au mois de juillet 1877, l'un de nous pratiqua pour la première fois en France l'électro-puncture pour la cure d'un anévrysme de l'aorte. Depuis, les faits de ce genre se sont multipliés et c'est sur ces nouvelles observations et les perfectionnements apportés

au manuel opératoire que nous voulons aujourd'hui appeler l'attention du congrès.

Le malade opéré en juillet par M. Dujardin-Beaumetz dans son service de l'hôpital Saint-Antoine succombait trois mois après la première opération aux suites de l'insuffisance aortique qu'il présentait, et pendant cet espace de temps on put constater une amélioration très-considérable dans les battements de la tumeur et les symptômes du voisinage. A l'autopsie on put constater la présence d'un caillot doublant la paroi de l'anévrysme au niveau même où avait été pratiqué l'électro-puncture. M. Proust, à l'hôpital Lariboisière, soumit, au début de cette année, deux malades atteints d'anévrysmes de l'aorte au même traitement. Dans un cas il s'agissait d'un malade atteint de paraplégie déterminée par un anévrysme de la crosse de l'aorte dans sa portion descendante, anévrysme dont on percevait nettement les battements à la partie supérieure de la région dorsale et au niveau des premières vertèbres dorsales du côté gauche. On fit chez ce malade de nombreuses applications d'électrolyse espacées entre elles de trois semaines à un mois; la tumeur se durcit sous l'influence de ces opérations, les battements diminuèrent, l'oppression disparut, la paraplégie s'améliora au point de permettre au malade de se tenir debout et de marcher. Mais, malgré cette amélioration, la tumeur qui était considérable et qui se percevait même dans l'aisselle du malade du côté gauche se rompit à l'intérieur et le malade succomba. A l'autopsie on trouvait un énorme caillot dur et résistant de six centimètres occupant la plus grande partie de la poche. Cette dernière présentait une légère ouverture dans le parenchyme pulmonaire.

L'autre malade opéré par M. Proust présentait un anévrysme de la crosse de l'aorte dans sa première portion, anévrysme d'ailleurs très-étendu dans le côté droit de la poitrine mais qui ne constituait pas une tumeur extra-thoracique.

Les douleurs étaient vives et le malade ne pouvait se reposer un seul instant. L'électrolyse appliquée dans ce cas produisit une très-grande amélioration ; les douleurs disparurent, les battements s'alternèrent et le malade pouvait retourner dans son pays dans un état d'amélioration très-notable.

La même amélioration s'est produite chez un malade du docteur Ball de l'hôpital Saint-Antoine. Dans ce cas, l'anévrysme existait dans la portion ascendante de la crosse de l'aorte et amenait la compression de la veine cave supérieure, ce qui avait déterminé une dilatation variqueuse des veines du cou et de la paroi abdominale.

L'électrolyse amena encore ici une diminution dans les douleurs, dans les battements et dans les phénomènes de compression.

Cependant ce malade quitta l'hôpital pour retourner en Allemagne avant que l'électrolyse ait pu donner tous ses résultats.

A la Charité, le docteur Bernutz a pratiqué la même opération pour un anévrysme de la portion ascendante de la crosse de l'aorte avec insuffisance aortique; ici encore les trois séances d'électrolyse ont produit une amélioration très-considérable.

Enfin on peut voir en ce moment à l'hôpital Cochin dans le service du docteur Bucquoy, une malade ayant un anévrysme de la crosse de l'aorte avec tumeur extra-thoracique qui, sous l'influence des séances d'électro-puncture faites par ce médecin, a été tellement améliorée que l'on peut la considérer presque comme un cas de guérison d'anévrysme par l'électrolyse.

Ainsi, en résumé, sur six cas d'anévrysme de la crosse de l'aorte traités par l'électro-puncture, on a obtenu une guérison, trois améliorations très-notables et qui durent encore; enfin, deux malades sont morts après avoir été aussi très-notablement améliorés par l'opération.

Jamais l'électrolyse n'a été accompagnée d'accidents, il n'y a jamais eu d'hémorrhagie à la suite des piqûres. Nous n'avons constaté, dans certains cas, qu'une tuméfaction plus ou moins grande de la poche le lendemain de l'opération.

L'amélioration dans tous les cas est souvent immédiate surtout au point de vue des phénomènes douloureux; quant aux battements, leur diminution se fait sentir surtout de huit à quinze jours après l'électrolyse.

Ces séances d'électrolyse ont été répétées jusqu'à six fois pour le même malade et l'intervalle qui séparait chacune des opérations a été de quinze jours à deux mois.

Avant de pratiquer l'opération, nous avions soin de préciser autant que possible le diagnostic local de l'affection en nous servant non-seulement de la percussion et de l'auscultation, mais encore des tracés sphygmographiques obtenus par les appareils enregistreurs de Marey qui nous permettaient d'obtenir simultanément les pulsations du cœur et celle de la tumeur ainsi que les battements des principales artères.

Nous nous sommes servis dans toutes ces opérations de la pile de Gaiffe à courant continu, pile qui par son manipulateur nous permettait de graduer le courant selon le besoin. Nous nous sommes toujours maintenus au point de vue de la force chimique du courant dans les données fournies par Ciniselli, c'est-à-dire que dans la durée de cinq minutes le courant décomposait deux centimètres cubes et demi de gaz, dans de l'eau acidulée par l'acide sulfurique : les aiguilles en acier de cinq dixièmes de millimètre de diamètre étaient toutes revêtues dans une partie de leur étendue d'un enduit protecteur. Frappé des difficultés que

l'on avait à faire pénétrer ces aiguilles en fer doux, Gaiffe a construit sur nos indications un appareil qui rend cette introduction très-facile. L'extraction de ces mêmes aiguilles présentait souvent de la difficulté et cela à cause des oxydations qui les rendent rugueuses, un autre appareil permet de les retirer aisément.

Nous n'avons jamais fait passer par les aiguilles que le courant positif, laissant le pôle négatif constamment appliqué sur la cuisse. Ce pôle négatif est composé d'une plaque d'étain recouverte d'une peau de chamois que l'on maintient humide en l'imbibant constamment d'eau, et pour faciliter cette imbibition, nous avons fait percer la plaque d'une série de petites ouvertures.

Nous croyons jusqu'à présent, et cela surtout depuis les expériences faites par Franck et Tessier sur les animaux, que la présence du pôle négatif dans la tumeur anévrysmale n'augmente en rien les propriétés coagulantes de l'électricité et qu'au contraire elle est la cause de sérieux dangers et surtout d'hémorrhagies plus ou moins graves. Ajoutons de plus que la douleur déterminée par le passage de ce courant dans l'intérieur des vaisseaux est très-douloureuse.

En résumé donc, de tout ce qui précède, il nous semble que l'on doit conclure :

1° Que l'électro-puncture appliquée à la cure des anévrysmes est une opération simple et non dangereuse ;

2° Que ce mode de traitement est un des plus efficaces et des plus rationnels pour l'amélioration et la cure de ces affections.

DISCUSSION

M. Proust : Je demande la permission de présenter quelques réflexions pour compléter la communication que vient de faire, en son nom et au mien, M. le Dr Dujardin-Beaumetz. Je ne parlerai que de l'un de mes deux faits.

Il s'agissait d'un homme de 63 ans, entrant à l'hôpital pour une paraplégie. Nous avons constaté à la partie postérieure de la région dorsale gauche une tumeur pulsatile dont la compression sur la moelle était la cause des accidents qu'il éprouvait aux membres inférieurs.

Cet homme se présenta à nous dans un état fort grave. C'est là un point sur lequel j'appelle particulièrement l'attention ; il ne pouvait marcher ni quitter son lit, son état général était fort sérieux. Aussi hésitai-je quelque temps avant de l'opérer, cependant l'opération lui a été extrêmement utile et a relevé ses forces. C'est donc là une première conclusion à tirer, c'est que, même dans des cas extrêmement graves, l'électro-puncture n'est pas contre-indiquée.

La tumeur paraissant comprimer la moelle épinière, j'eus l'idée de chercher à provoquer un caillot dans le point même où cette compression avait lieu. Aussi je plaçai mes aiguilles sur la partie de la tumeur qui était la plus rapprochée de la colonne vertébrale.

Je fis cinq opérations successives, en présence de MM. Dujardin-Beaumetz, Broca, Lasègue, Bergeron, Jaccoud, Guéneau de Mussy. Je n'entrerai pas dans le détail de chacune d'elles, et je demande seulement la permission d'insister sur trois points.

A la suite de la première opération, et surtout de la seconde, le malade, qui jusque-là était complètement paraplégique, put marcher. Cette amélioration ne se montrait que plusieurs jours après l'opération, les opérations étant séparées entre elles par un espace d'un mois environ.

En même temps, la tumeur, qui au début paraissait molle, devenait beaucoup plus dure, le mouvement d'expansion était moins net, et le malade avait perdu la sensation des battements intolérables qu'il ressentait jusque-là. Cette tumeur était considérable; elle avait trois centres de battements : un à la région dorsale, un autre sous la clavicule et un troisième dans l'aisselle.

Le dernier point, qui est digne d'intérêt, consiste dans ce fait, c'est qu'après chaque opération, il y avait une tension de la tumeur qui était plus considérable. Il y avait en même temps une légère rougeur et la température s'élevait de 0°,8.

Après la troisième opération, ces phénomènes devinrent tellement intenses, que mon interne crut à une déchirure de la paroi et à une extra-vasation consécutive. En approchant du malade, cette exagération des phénomènes d'irritation me sembla due à ce qu'une application trop considérable de collodion avait été faite. La tumeur semblait comme bridée ; j'enlevai ce collodion, et une heure et demie ou deux heures après, l'excitation était très-notablement diminuée.

Il est encore une autre circonstance qui, au point de vue du manuel opératoire doit être signalée ; la pénétration des aiguilles, sans être très-facile, n'offre pas habituellement de grandes difficultés. Mais il n'en est pas de même de l'extraction. Sous l'influence du passage du courant, l'aiguille s'est oxydée, est devenue rugueuse, et les tractions que l'on opère dans ce cas pourraient provoquer le décollement du caillot. Le nouvel instrument que vient d'inventer M. Gaëffe pour la pénétration et l'extraction des aiguilles remédie à ces inconvénients. Tels sont, Messieurs, les seuls points pratiques sur lesquels j'ai cru devoir appeler votre attention.

Dans les derniers jours, plus de six mois après la première opération, la situation s'aggrava, un nouveau centre de battements se montra à la région dorsale, au-dessus du premier; la tumeur devint énorme, le malade s'affaiblit et succomba après avoir rendu seulement, pendant plusieurs jours, quelques crachats sanglants, fait qui contraste avec la gravité des lésions que nous avons trouvées du côté des poumons à l'autopsie.

En ouvrant le thorax, on se trouve en présence d'une masse qui occupe toute sa moitié supérieure gauche; cette masse est coiffée par le poumon gauche en état d'atélectasie complète. C'est une tumeur arrondie dure et blanchâtre dépassant de deux centimètres environ le sommet du poumon. En incisant ce poumon suivant son axe vertical, on reconnaît que le parenchyme est réduit à une sorte de coque élastique, de quatre à cinq centimètres à peine d'épaisseur. Dans sa trame, le sang est épanché en abondance.

Il existe une adhérence intime du tissu pulmonaire et des parois de la poche. Vers la partie externe, cette adhérence devient de plus en plus intime, les caillots et les cavités hématiques se multiplient de façon à rendre le poumon méconnaissable, et on arrive ainsi en un point où l'adhérence est plus intime encore, s'il est possible, et où un orifice déchiqueté, admettant facilement une sonde cannelée, met en communication directe la poche anévrysmale et les cavités pulmonaires. C'est là une circonstance bien digne d'intérêt; l'anévrysme s'était ouvert dans le poumon, et cependant il n'y a point eu d'hémoptysie foudroyante. Nous avons noté à peine quelques crachats sanglants. Le poumon a joué dans ce cas, relativement au sang, le rôle que les fortifications modernes en terre remplissent à l'égard des boulets et des obus. Le poumon a remplacé l'amadou que nous employons pour arrêter les hémorrhagies.

L'aorte thoracique est dilatée latéralement depuis la naissance de la sous-clavière gauche jusqu'au niveau de la sixième vertèbre dorsale; la portion ascendante de la crosse aortique présente une légère dilatation uniforme qui lui donne un diamètre de cinq centimètres; les dimensions redeviennent normales dans toute la portion horizontale au niveau de la naissance des gros troncs artériels. A deux centimètres en aval de l'origine de la sous-clavière commence une dilatation portant exclusivement sur le bord gauche du vaisseau. Le bord droit décrivant sa courbe normale forme une ligne régulière sans déviation, ni ectasie; la poche qui remonte jusqu'à la partie la plus élevée de la cavité pleurale, descend en bas jusqu'au sixième espace intercostal et présente un diamètre vertical de 15 centimètres; elle est accolée dans la gouttière costo-vertébrale, et s'étend transversalement sur 12 centimètres. Sa forme arrondie et un peu aplatie d'avant en arrière, est vaguement quadrilatère.

Cette position de la tumeur par rapport aux troncs artériels qui prennent naissance sur l'aorte confirme absolument le diagnostic que nous avions porté pendant la vie. Les raisons en sont données dans la thèse d'agrégation de M. Teissier avec les tracés de M. Frank qui démontrent la réalité de ce diagnostic.

En arrière, la tumeur a usé et détruit au niveau de leur angle et sur une étendue de 4 à 5 centimètres, les 4e, 5e et 6e côtes gauches, et les muscles correspondants, et elle communique largement par cet orifice avec la tumeur dorsale. Celle-ci, de dimension plus étendue que la portion intrathoracique, présente 20 centimètres dans son diamètre vertical, et 15 centimètres dans son diamètre transverse. En dedans, elle s'étend jusqu'au contact de la moelle. En ouvrant, en effet, le canal rachidien pour enlever cet organe, on trouve que les lames vertébrales et les disques ont été partiellement détruits au niveau de la cinquième et sixième vertèbre dorsale. Les enveloppes de la moelle ont été elles-mêmes intéressées à ce niveau, et l'adhérence est tellement intime entre le caillot et la substance nerveuse sur une étendue de 3 centimètres environ, que la moelle n'a pu être détachée qu'en sectionnant avec un scalpel une tranche du caillot fibrineux adhérent.

Après quinze jours de macération dans l'alcool, nous avons fait sur la tumeur une coupe verticale antéropostérieure et nous avons constaté un énorme caillot fibrineux de couleur grisâtre, de consistance très-dure, et nettement

formé de lamelles concentriques, remplissant la majeure partie de la poche. Son épaisseur varie entre 3 à 5 centimètres. Il n'est pas complétement sphéroïde, car à la partie inférieure et antérieure, il reste un espace pouvant loger une orange mandarine, espace dans lequel on ne trouve que des caillots cruoriques rouges et diffluents. Le caillot est surtout plus épais à la partie postéro-interne vers le point où la colonne vertébrale a été usée ; en ce point, son épaisseur est de 7 centimètres du centre à la périphérie; c'est le point correspondant au point d'implantation des aiguilles.

Toute la moitié gauche du caillot ainsi divisé est séparée des parois de la poche par un espace de 1 centimètre environ rempli par du sang en caillots mous et noirs. C'est là, évidemment, le résultat d'un décollement du caillot survenu peu de jours avant la mort et qui s'est traduit cliniquement par l'augmentation de la tumeur dorsale et l'apparition d'un nouveau centre de battements, plus bas et plus en dehors.

Il me semble que l'on peut tirer de cette communication les quatre conclusions pratiques suivantes :

1° L'électro-puncture peut être pratiquée dans les cas où l'état général paraît fort sérieux et où la faiblesse est très-grande. L'opération, alors, loin d'aggraver la situation, semble relever les forces du malade;

2° L'électro-puncture produit un caillot; la démonstration semble évidente dans le fait que je viens d'exposer. Au début, la main explorant la tumeur ne paraissait séparée de la poche que par l'épaisseur de la peau. Plus tard on avait la sensation d'un corps dur; l'énorme caillot actif constaté à l'autopsie prédominait surtout dans le point où les aiguilles avaient été appliquées;

3° L'irritation qui suit habituellement chaque séance opératoire ayant paru augmenter par une sorte d'étranglement causé par la rétraction du collodion, cet agent ne devra pas être placé avec une trop grande prodigalité sur les piqûres produites par les aiguilles;

4° Le passage du courant, en oxydant l'aiguille, lui donnant une forme inégale et rugueuse, il sera utile de se servir d'un instrument qui rende facile l'extraction des aiguilles, afin d'éviter toute cause possible de décollement.

M. le Dr LETIÉVANT
Chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu de Lyon

CONSERVATION DE LA FORME ET DES FONCTIONS A LA SUITE DES OPÉRATIONS (RHINOPLASTIE, MAXILLOPLASTIE)

— *Séance du 24 août 1878.* —

J'ai toujours considéré comme digne d'être recherchée la conservation de la forme et des fonctions d'un organe devant subir une mutilation chirurgicale, surtout quand cet organe est à la face.

Ce projet est déjà réalisé dans l'opération de la résection de l'os maxillaire supérieur par le procédé que je présentais au Congrès médical de Genève (1877) ; mon trépied de sustentation, la conservation du nerf sous-orbitaire, l'incision dissimulée des parties molles atteignent ce résultat.

De nouvelles tentatives m'ont permis d'obtenir des résultats analogues après la résection de l'os maxillaire inférieur ; de même, aussi, après l'ablation du nez (rhinoplastie).

I

La rhinoplastie est aujourd'hui sans faveur. Toutes ses méthodes italiennes, indiennes ou autres, sont mal vues quand il s'agit de rhinoplastie totale (je ne parle que de celle-là) : tous les nez de différentes confections s'affaissent, s'écrasent.

Vainement on a fait appel aux lambeaux les plus puissamment doublés, vainement on a cherché à reconstruire avec de petites lamelles osseuses artistement découpées et soutenues par un périoste plein d'espérances ! Tous les nez se sont... écroulés ! entraînant sous leur couche tégumentaire si rétractile leurs infidèles supports !

La discussion de 1874 à la Société de Chirurgie et, depuis, les articles de nos grands dictionnaires ont fait jeter la rhinoplastie aux *orties*. Elle est en tel discrédit aujourd'hui, qu'on n'emploie plus que nez en carton ou nez en porcelaine pour dissimuler les ruines nasales que la chirurgie est impuissante à réédifier. Il s'est fait, certes, des progrès notables en l'art de fabriquer ces nez artificiels ; voyez certaines vitrines à l'Exposition, ce n'en sont pas moins des nez postiches qui peuvent se perdre ou s'oublier dans un moment de distraction.

La chirurgie a-t-elle dit son dernier mot? Laissera-t-elle le monopole des nez à l'industrie en cessant de faire des nez avec la chair, avec la peau des opérés?

Qu'a-t-il manqué jusqu'ici aux nez chirurgicaux? — Une charpente solide pour les empêcher de s'affaisser.

Créons cette charpente, fixons-la ; recouvrons-la de ce lambeau cutané qui n'a besoin que d'un soutien : un peu d'aide à la nature qui nous offre si complaisamment ces lambeaux réparateurs :

Observation. — Le 23 mars 1877, j'opérais d'un épithéliome nasal, un vieillard âgé de soixante-huit ans, de la Loire. Il était entré dans mon service depuis peu. Je lui fis l'ablation de tout ce qui lui restait de son auvent nasal et d'une partie de la cloison. — Pour réparer la brèche, j'empruntai au front un large lambeau cutané. — Par avance, j'avais fait construire une charpente nasale en *aluminium*. Ce métal est très-léger, ce qui rend facile son séjour permanent au sein des tissus ; d'autre part, il résiste d'une manière remarquable à l'action de certains produits de l'organisme, témoin l'usage des pes-

saires en aluminium. Ma charpente était formée d'une lamelle métallique très-mince, large de 6 millimètres environ, descendant suivant la direction de la crête du nez sur une longueur de 5 centimètres, se recourbant ensuite pour former le lobule du nez et la sous-cloison sur une longueur de 25 millimètres. Deux autres lamelles partant de chaque côté du lobule du nez en formaient les ailes latérales longues de 25 millimètres. Chaque extrémité libre de ces lamelles se terminait par une pointe étroite large de 1 millimètre, haute de 5 millimètres. Ces quatre pointes formaient les quatre pieds de la charpente. — Pour placer cette charpente, je creusais au foret quatre trous larges de 1 millimètre, profond de 5 millimètres : l'un à l'union des os propres du nez avec l'épine naso-frontale; l'autre dans l'épine nasale antéro-inférieure; les deux latéraux sur la base de chaque apophyse montante. — Ces quatre trous reçurent les quatre pieds de la charpente qui fut ainsi solidement fixée. J'étalai mon lambeau à sa surface. Ce lambeau la recouvrit complétement et je le suturai aux bords avivés de la plaie nasale.

Mon premier nez fut parfait de forme, et sauf son profil trop aquilin, caractère qu'il conserva jusqu'à la section du pédicule du lambeau, il fut jugé convenable : le malade respirait, odorait et s'en accommodait fort bien.

Plus de quatre mois après l'opération, je fis la section du pédicule : le nez prit alors la forme dite de Roxelane. — Je le gardai un mois encore. — Pendant plus de cinq mois, la charpente avait été supportée sans douleurs ni suppuration appréciable.

A cette date, je fis l'étude intéressante de la sensibilité du lambeau. Jusqu'à la section du pédicule, les sensations sur le nez avaient toujours été rapportées au front. Après la section du pédicule, la plus grande partie du nez cessa de percevoir les douleurs et la température; les sensations tactiles de frottement seules étaient appréciées : par ébranlement sans doute, premier mode de suppléance sensitive. Par contre, sur tout le pourtour du lambeau qui adhérait aux joues sur une zone de 5 à 6 millimètres, la sensibilité était complète, indiquant ainsi que des filets nerveux s'étaient reproduits ou au moins anastomosés avec les filets jugaux : troisième mode de suppléance sensitive.

Ce premier fait m'avait appris : 1° que cette légère charpente en aluminium est supportée sans causer ni gêne ni suppuration appréciable; 2° qu'elle est bien fixée et soutient solidement le lambeau ; 3° que le lambeau ne saurait être trop grand, car il tend à se rétracter.

J'ai mis une seconde fois en application ce procédé sur un malheureux qui s'était, d'un coup de feu, enlevé le nez et brisé la mâchoire supérieure. Je pris une charpente plus haute d'allure. Le lambeau fut pris sur le front, assez large pour recouvrir la charpente avec avantage et se prêter à la rétraction ultérieure. La réunion se fit par première intention.

Ce nouveau nez un peu volumineux, âgé de six semaines, a déjà minci et mincira encore avec le temps et surtout après la section du pédicule. Tel qu'il est, il garde ses deux orifices ; il permet au malade de respirer, d'odorer : forme et fonctions sont conservées.

II

Après la rhinoplastie, la *maxilloplastie*. Quand l'os maxillaire inférieur est réséqué dans une notable portion de son corps, les parties osseuses restantes sont refoulées en dedans, sur les côtés de la langue; les parties molles du menton se ratatinent, le menton devient petit, ridé, difforme; la lèvre inférieure se cache derrière les dents supérieures qui restent à découvert; la langue se meut difficilement; le parler est pénible, peu compréhensible; la mastication nulle; la salive se perd et la déglutition même est gênée : forme et fonctions sont déplorablement détruites.

La prothèse tardive ne répare qu'imparfaitement les désastres de cette mutilation. — Ce qu'il faut, c'est une prothèse rendant immédiates la forme et les fonctions normales. Pour cela, une fois le corps de l'os maxillaire inférieur enlevé, remplaçons-le *immédiatement* par une portion semblable en aluminium : les os se fixeront et les parties molles s'étaleront comme elles se sont étalées sur la charpente des nez précédents.

On peut prendre à l'avance, sur le malade à opérer, le moule du maxillaire supérieur; avec ce modèle, obtenir à son tour le moule d'un maxillaire inférieur représentant exactement celui que devait avoir le malade avant sa déformation. Sur ce deuxième moule du maxillaire inférieur représentant exactement celui que devait avoir le malade avant sa déformation, le chirurgien tracera le siége, les limites et la direction de la section osseuse qu'il doit pratiquer. D'après ces indications, faire fabriquer en aluminium la portion du maxillaire inférieur qui s'emboîtera exactement aux os restants et comblera le vide laissé par la résection.

Sur une jeune fille âgée de vingt ans, atteinte d'ostéosarcome du maxillaire inférieur et que je réséquai en dépassant notablement les limites du mal, je fis une première tentative. Mon corps de maxillaire en aluminium fut placé et vissé sur les parties restantes du maxillaire inférieur. Immédiatement après l'opération, la malade était avec la forme régulière du menton, l'écart maintenu des fragments osseux restants et un certain jeu de la mâchoire et même de la langue dont le frein était maintenu par un fil attaché à la pièce métallique. — Forme et fonctions étaient conservées et restèrent ainsi plusieurs mois. L'appareil était bien supporté; mais étant fixé, il se prêtait mal aux soins de propreté et aux modifications qu'on aurait désiré lui faire subir.

Sur une autre jeune fille à qui j'enlevai, il y a quelques mois, le maxillaire supérieur par mon procédé, puis plus tard le corps presque entier du maxillaire inférieur, pour un sarcôme fasciculé, je fis de vains efforts pour placer un maxillaire métallique plus perfectionné et qui,

pouvant se démonter, devait se prêter à un maniement plus facile. Des syncopes successives me forcèrent à renvoyer l'application de l'appareil nouveau. Ce contre-temps me démontra la nécessité d'un appareil qui pût s'adapter très-vite sans réclamer le forage de l'os ni le vissage de la pièce. Je possède un dernier appareil qui me paraît réaliser ces desiderata; il est dû au travail d'un de nos habiles artistes en prothèse, M. Martin, de Lyon, qui m'a assisté avec une obligeance parfaite dans mes diverses tentatives. Cet appareil prend, à l'aide d'une plaque, son point d'appui sur le palais et quelques dents de la mâchoire supérieure. Un double ressort soutient et rejette le maxillaire métallique dans la brèche osseuse qu'il doit combler. Ce maxillaire métallique emboîte exactement les extrémités des fragments osseux restants, les maintient écartés et refoulés en arrière. Inutile d'ajouter qu'il soutient parfaitement les parties molles.

III

L'étude des faits précédents démontre qu'un appareil métallique donné peut s'adapter aux os *immédiatement* après l'opération, sans occasionner de suppuration appréciable, être recouvert par les parties molles qui se cicatrisent à son pourtour comme à sa surface.— Ces résultats atteints dans les faits précédents sur des appareils imparfaits peuvent être atteints de même sur des pièces perfectionnées par le temps et l'expérience. — Donc avec une pièce remplissant les conditions d'adaptation exacte et de prompte application, on doit arriver au but que je me suis proposé : conserver la forme et les fonctions.

Les quelques tentatives faites dans cet ordre d'idées, et que je viens de vous soumettre, je les signale comme faits nouveaux, encore à l'étude. Il manque à ces innovations l'appui des faits multipliés et la consécration du temps. Bien que logiques en théorie, bien que sanctionnées par quelques faits pratiques, elles ne peuvent entraîner toutes les convictions.

Pour moi, les résultats déjà obtenus et tels qu'ils sont ne font pas doute qu'ils ne doivent conduire à des applications utiles à l'art de guérir.

M. le Dr DAGRÈVE

Médecin du Lycée et de l'Hôpital de Tournon.

SUR DEUX CAS D'ALBUMINURIE

— *Séance du 26 août 1878.* —

Les deux cas d'albuminurie dont je désire entretenir la section m'ont paru remarquables. Le premier, par sa cause; le second, par les accidents auxquels cette maladie a donné lieu.

Premier cas. — Mademoiselle E., âgée de seize ans, a été atteinte le 20 novembre 1877 du mal de gorge avec fièvre. Le 22, des rougeurs se sont montrées sur la partie de la peau de l'avant-bras qui recouvre le radius des deux côtés, la peau est gonflée dans toute son épaisseur et la maladie présente le caractère et suit la marche de l'érythème noueux. Le 13 décembre, la rougeur a diminué, mais, monsieur E... père de la malade, chimiste habile et ayant perdu un fils albuminurique, me dit avoir trouvé de l'albumine dans l'urine de sa fille.

Le lendemain, je pratique l'examen de l'urine. Elle est louche, rouge, mais sans dépôt, par l'acide, il y a beaucoup d'albumine, la matière colorante rouge est très-faible, jaunâtre, la matière bleue n'existe pas et n'est même pas décelée par l'éther :

Pastilles de cachou, tisane d'épervière, frictions rubéfiantes; le 15, les plaques rouges des avant-bras se desquament, l'urine est comme la veille, sauf une petite zone d'acide urique.

Le 17, l'urine est comme le 14 soumise à l'analyse chimique, mais un dépôt a lieu au fond du verre et le microscope présente des globules sanguins et des tubes fibrineux; le 19, idem, beaucoup de globules sanguins.

Le 24, la même chose. Continuation des mêmes moyens.

Le 29, l'urine est pâle, louche, contient encore des globules sanguins et des tubes de desquammation du rein, mais il y a peu d'albumine et l'acide azotique produit un peu de bleu.

L'albumine alla en diminuant et le bleu augmenta jusqu'à la quantité qui existe à l'état normal et la malade fut guérie dans le courant de janvier 1878.

Au début de ma pratique, j'ai vu un cas analogue avec cette différence cependant que l'érythème noueux avait siégé sur la jambe, sur la peau qui recouvre le tibia, et que la jeune malade eut de l'œdème. Je ne crois pas que l'érythème noueux ait été signalé comme cause d'albuminurie. Cependant, dans ces deux cas, il n'y eut aucune autre cause, pas de refroidissement, les malades avaient gardé la chambre.

Dans le cas dont l'observation est donnée ci-dessus, l'albuminurie a paru marcher comme une suite de l'érythème.

J'ai vu, dans ma pratique, peu de cas d'érythème noueux, dix au plus, aussi, je me propose dorénavant, de toujours rechercher l'albumine, dès le début, et je pense que j'ai dû signaler ces faits.

Le deuxième cas d'albuminurie est remarquable par les accidents qui ont attiré mon attention sur cet état et par la marche de la maladie.

La femme Marguerite P., âgée de 56 ans, ménagère, entre à l'hôpital de Tournon, le 25 septembre 1877, pour se faire traiter d'une plaie du deuxième orteil du pied gauche causant des douleurs vives.

Elle est provisoirement mise dans le service de chirurgie. Mon confrère chargé de ce service étant malade, je dus m'en charger, aidé par son fils M. Charles Lasaigne, interne des hôpitaux de Lyon.

L'extrémité du doigt malade est noire et frappée de gangrène, comme s'il y avait eu embolie, les douleurs sont très-vives.

La malade qui paraît douée d'une bonne constitution est sourde depuis trente ans environ ; cette surdité est arrivée à la suite d'une couche, l'oreille droite surtout est atteinte, la vue est trouble, surtout à l'œil gauche, depuis moins longtemps, les yeux examinés à l'ophthalmoscope présentent, le droit, quelques taches blanches; la gauche, les plaques blanches de l'acide albuminurique. Rien du côté du cœur, pas d'œdème. L'urine pâle et limpide traitée par la chaleur présente un trouble qui, se redissout en partie par l'acide acétique, l'acide azotique donne un léger précipité, les couleurs rouge et bleue sont apparentes, le micocroscope ne montre rien que quelques cellules de l'urèthre et du vagin.

La potasse donne lieu à un précipité et le sulfate de cuivre n'est pas réduit.

Nous avons donc dans ce cas affaire à une albuminurie chronique avec présence d'un excès de phosphates et de carbonates.

Le mari de la malade, ancien artilleur, a été atteint d'un strabisme convergent très-considérable, causé d'après lui par des piqûres d'abeilles ou de guêpes. Il est mort d'une affection cérébrale, après avoir présenté plusieurs années avant des symptômes de congestion de la moelle épinière.

Pensant donc que le cas présent est sous la dépendance d'une diathèse, j'ordonne l'iodure de potassium et sur le pied des cataplasmes fortement opiacés.

Le 29, je fais prendre deux pilules de Ricord, l'urine n'a pas changé.

Le 5 octobre, voyant un peu d'œdème, je change le traitement : vin de gentiane, extrait thébaïque, digitale.

Le 6, l'urine a changé, l'albumine a augmenté, le bleu disparu, le microscope montre des cylindres fibrineux et granuleux ; cesser la digitale, tisane d'épervière, cachou, lait, purgations tous les trois jours.

L'examen pratiqué tous les deux jours montre les mêmes caractères de l'urine jusqu'au 20, époque à laquelle le bleu reparaît, les cylindres continuant à exister. Cette amélioration continue jusqu'au 28, époque à laquelle se montre une zone d'acide urique.

Le 16 novembre, l'urine est comme à l'entrée de la malade, un morceau de la dernière phalange est éliminé.

Le 17, l'albumine a augmenté, le rouge est très-apparent, le bleu très-faible, le microscope montre quelques cellules et des tubes hyalins; épervière, cachou, lait.

Le 24, zone d'acide urique, les deux matières colorantes se montrent, mais faibles.

Le 10 décembre, urine pâle, claire, très-peu d'albumine, céphalalgie, la plaie du pied est guérie.

Le 20, les règles qui n'avaient pas paru depuis deux ans se remontrent.

Quelques jours après la malade sortait, l'urine à ce moment était claire, limpide, incolore et présentait un peu, très-peu d'albumine, les matières colorantes et par la chaleur beaucoup de carbonates et de phosphates.

Le 18 juin, rentrée de la femme P. à l'hôpital; elle présente une gangrène très-superficielle du gros orteil; la peau seule est atteinte, l'urine présente les mêmes caractères que précédemment, elle est pâle, claire, sans dépôt, la chaleur donne un précipité assez considérable, qui se redissout en partie dans l'acide acétique; l'acide azotique fait voir un peu d'albumine et les matières colorantes.

Les règles n'ont pas reparu, le même traitement est mis en usage, l'état s'améliore rapidement; le 9 juillet, la quantité de phosphates restant la même l'albumine a diminué.

Le pied se trouvant guéri le 18 juillet, la femme P. sort.

Pendant ce nouveau séjour un fait se fait remarquer : c'est une ataxie locomotrice qui, très-faible pendant le premier séjour, tend à s'augmenter.

Pour résumer cette observation, voici ce que nous trouvons :

Gangrène des extrémités inférieures sous l'influence d'une albuminurie chronique, en même temps abondance exagérée des phosphates. L'iode produit une aggravation dans l'albuminurie qui prend des caractères subaigus.

Quand les plaies se montrent, l'albumine augmente.

Je regrette de n'avoir pas pu mesurer la quantité d'urine, mais la mauvaise volonté de la malade m'en a empêché, ainsi que de prendre la température.

Je crois que l'albuminurie avec augmentation des phosphates est assez rare. Cette augmentation indique souvent chez les personnes déjà âgées une ataxie des centres nerveux, et, dans le cas présent des symptômes d'ataxie locomotrice se montrent de plus en plus évidents, à mesure que la maladie se développe.

Je rapporte ce fait sans en tirer de conclusion, cependant, je dois citer M. Gubler qui donne un cas d'albuminurie avec tendance à la gangrène et fait un rapprochement entre l'albuminurie chronique qu'il appelle diabète leucomurique et la glucosurie, et M. Teissier, de Lyon, qui rapproche l'albuminurie, la glucosurie et la phosphaturie comme maladies analogues.

M. le Dr Léopold LAFITTE

De Coutras (Gironde).

SPINA BIFIDA CONGÉNITAL OPÉRÉ CHEZ UN ENFANT DE 9 JOURS PAR EXCISION COMPLÈTE DE LA TUMEUR, GUÉRISON AU BOUT DE 25 JOURS, SANS PARAPLÉGIE.

— *Séance du 26 août 1878.* —

Le 22 décembre 1877, je fus appelé pour visiter un enfant nouveau-né porteur d'une tumeur au niveau des reins. Je trouvai un enfant mâle, âgé de deux jours, d'une chétiveté générale extraordinaire quoique de taille normale, les membres grêles, l'air vieillot, la tête très-petite, presque celle d'un microcéphale, avec fontanelle antérieure très-petite aussi. La tumeur rachidienne pour laquelle on m'appelait était, vous l'avez deviné, le résultat d'une division osseuse de la colonne vertébrale, par où s'échappaient les enveloppes de la moëlle et une grande quantité de sérosité, ce que nous appelons enfin le *spina bifida*. Elle était située au commencement de la région lombaire, à base très-large, du volume au moins d'une grosse orange ordinaire, recouverte par une peau éraillée et excessivement épaisse et dure au pourtour de son insertion sur le corps de l'enfant, livide, à demi transparente, fluctuante, humide et commençant à s'ulcérer au milieu. Comprimée, elle ne diminuait pas sensiblement de volume et ne variait pas non plus d'une façon appréciable sous l'effort de la respiration de l'enfant, mais semblait devoir éclater, tellement elle devenait tendue et luisante sous celui de ses cris.

Chose remarquable et peu ordinaire, cette lésion du rachis n'était pas compliquée d'une lésion similaire du crâne à ce moment-là, et non-seulement il n'y avait pas trace d'hydrocéphalie mais au contraire plutôt apparition de microcéphalie, tellement, je le répète, à ce moment, la tête était petite et les os crâniens fortement soudés les uns aux autres. De plus, enfin, cette tumeur énorme n'avait pas été cause de dystocie. La mère se souvient seulement d'être tombée à six mois dans un escalier; mais ce qu'il est peut-être plus important de noter, c'est que cet enfant est son troisième et que les deux autres sont morts : le premier de méningite, huit jours après l'accouchement, et le deuxième est mort-né.

Cela dit, Messieurs, il me reste à vous tracer le traitement auquel je me suis arrêté, les raisons qui ont motivé mon choix et le résultat obtenu.

Le traitement du *spina bifida*, vous le savez, n'est pas précisément le triomphe de la chirurgie. Beaucoup de méthodes sont proposées, peu

réussissent. Toutes les divisions de la colonne vertébrale, d'ailleurs, ne sont pas identiques, ne laissent pas échapper la moëlle, ses enveloppes et ses liquides protecteurs, de la même façon ni en égale quantité. En un mot, tous les spina ne sont pas égaux à eux-mêmes, et c'est plutôt là que dans les méthodes employées pour les guérir, qu'il faut chercher la cause des succès rares et des insuccès nombreux obtenus. Les cas simples, où existe seulement un sac fibro-séreux en rapport avec la cavité arachnoïdienne, sans déplacement de la moëlle et des nerfs, peuvent être opérés et guéris assez facilement, opérés de bonne heure; mais ceux plus compliqués, comme le mien, où une portion de moëlle avec un cortége nombreux de filaments nerveux paraissent herniés, présentent peu de chances de succès. La guérison, cependant, s'étant maintenue jusqu'à aujourd'hui neuvième mois, j'ai cru intéressant de vous exposer les faits.

J'avais à choisir entre la *compression*, la ponction, l'acupuncture, le séton, l'incision suivie de suture, la ligature circulaire, l'accolement et la ponction suivie d'injection iodée.

Comme expérience personnelle, je n'avais vu employer qu'un procédé, la compression, par mon ancien chef à l'hôpital des Enfants, le Dr Giraldès; mais, je dois le dire, cette méthode ne nous a jamais donné de résultats heureux ou même définitifs connus, la plupart des enfants venant en consultation et ne reparaissant plus. Abernethy et Cooper employèrent aussi la compression, mais comme moyen palliatif et non curatif. Ils ont ainsi, disent-ils, pu faire vivre des individus jusqu'à 30 ou 35 ans.

Behrend, par la compression avec le collodion riciné, recouvert de coton iodé et d'un emplâtre adhésif, guérit un enfant de 7 semaines en trois semaines de temps; mais on ne dit pas si la tumeur était volumineuse et ce qu'elle contenait; en un mot, cette observation unique n'est pas concluante.

La ponction simple ne signifie pas grand' chose, le liquide se reforme rapidement et a été très-souvent, malgré sa bénignité et son inutilité, suivie de mort; la ponction suivie de compression n'est pas plus heureuse.

L'*acupuncture* de Robert et Rosetti compterait quelques rares succès, mais encore n'est-il donné aucun détail de siége ou de volume des tumeurs opérées; je ne m'y suis pas arrêté.

Le séton de Richter et Desault m'a paru trop dangereux, car, en somme, c'est mettre en permanence un corps étranger en contact direct avec des organes délicats au possible, trop souvent déjà affectés mortellement, quand ils sont traités par la seule compression douce et progressive, et c'est presque infailliblement provoquer l'inflammation de la poche et faire périr les malades.

La *ligature linéaire* avec des tuyaux de plume, de Beynard et Latil,

est ingénieuse et a compté quelques succès ; mais ce moyen est lent et d'une application facile à se déranger.

L'accolement de Dubois n'a jamais été heureux.

La ponction, suivie d'injection iodée à la manière de l'hydrocèle, a été la méthode la plus généralement adoptée. Brainard, chirurgien américain, cite dans le *Bull. Soc. Chir.*, 1847, le cas d'une jeune fille idiote et paraplégique qui a subi quinze injections en dix mois sans accidents, a guéri de sa tumeur et recouvré en partie l'usage de ses membres inférieurs et de ses facultés intellectuelles, ce qui est encore plus fort. Il cite encore trois cas compliqués d'hydrocéphalie où les injections amenèrent un changement rapide et favorable de la tumeur. Cependant, avec cela, il dit qu'ils sont morts tous les trois de convulsions, mais qu'ils étaient guéris de leurs spina, puisque la guérison datait : chez le premier, de sept semaines ; chez le deuxième de sept mois ; chez le troisième, on était à la quatrième semaine du traitement.

Enfin Velpeau et Chassaignac citent un cas dans le *Bulletin de Thérapeutique*, tome LIV, page 248, où ils guérirent en trois semaines, après des hausses et des baisses dans la santé de l'enfant, un spina du sacrum, dont il ne resta à l'extérieur qu'une saillie indolente de peau plissée, au centre de laquelle on sentait le sacrum.

Quoi qu'il en soit, en raison de l'imminence mortelle où paraissait être l'enfant, comme je vous l'ai dit plus haut, je crus prudent, pour ne pas être accusé de l'avoir achevé, de ne faire qu'une ponction, suivie de compression, pour vider la poche et contenter les parents. Le 24 décembre je la fis, elle donna issue à 160 grammes d'un liquide jaune, chaud, sans accident, ni avant ni après la ponction. Une particularité à noter à ce moment fut la résistance très-grande offerte par la peau, transparente, paraissant cependant à l'œil molle et facile à percer, quand je donnai le premier coup de trocart ; je fus même obligé pour pénétrer d'en donner un deuxième très-fort. Je fis après cela une compression avec de la ouate, et quand je revins le lendemain, la tumeur entièrement vidée la veille était, comme je m'y attendais, très-grosse, l'état de l'enfant était le même. Le surlendemain, je fis une deuxième ponction qui donna issue à la même quantité de liquide, et avant d'en venir à un autre moyen je me proposai d'attendre, pensant que la mort ferait son œuvre pendant ce temps-là.

J'allais voir l'enfant tous les jours et la tumeur grossissait sans cesse. Enfin, le père me priant absolument de tenter autre chose si je le pouvais, je m'arrêtai à la méthode de Brummer, de Trowbridge, de Dubourg, de Roze, de Joinville (*Bulletin de l'Académie de Médecine*, 1855, tome XXXI, page 33), et je décidai l'excision suivie de suture, en un mot de faire disparaître tout à fait la tumeur.

En conséquence, le 31 décembre 1877, c'est-à-dire neuf jours après, je soulevai la peau vidée, je rapprochai les parois vers le centre pour provoquer l'affrontement, et par un trait de plume j'indiquai les lignes où je devais sectionner pour obtenir l'affrontement des tissus restants. En passant, je signalerai le bruit étrange de cuir neuf ou de grosse soie froissée, la crépitation dure qui se produisirent sous mes doigts en produisant cet affrontement.

Enfin je donnai le premier coup de bistouri ; je tombai dans la poche en traversant un tissu très-adhérent à lui-même, qu'il était impossible de séparer, comme on peut le faire dans l'énucléation d'un kyste, et je dus alors sectionner tout ce qui pouvait retenir la fraction de poche que je devais enlever. C'est ainsi que je sectionnai de chaque côté de la colonne vertébrale, six ou sept filets nerveux, et quand j'arrivai au niveau du point d'insertion supérieure de la tumeur, c'est-à-dire sur l'apophyse épineuse de la vertèbre non divisée, je constatai qu'il était de toute impossibilité de ne pas enlever un gros cordon nerveux se séparant à angle presque droit du trou rachidien et allant s'épanouir dans toute la paroi interne de la poche, déjà divisée partout, et dont j'avais divisé aussi les filets paraissant aller aux trous de conjugaison. Je tranchai aussi ce tronc spinal et je fis pour fermer la plaie une suture entortillée à l'aide de six épingles.

J'avais mis dix minutes, et l'enfant ne paraissait pas se douter le moins du monde du travail qui venait de se faire à ses dépens. Le pansement compressif fait avec le collodion, baudruche et ouate, il téta sa mère comme si rien n'était changé dans sa situation. Sans parler de l'imminence de l'issue fatale existant avant l'opération et encore plus après, quelles allaient être les conséquences de cette opération? J'étais perplexe, je l'avoue, car enfin qu'espérer, au moins au point de vue de la paraplégie, d'une opération dans laquelle on a enlevé un tronçon de moelle épinière au niveau des premières vertèbres lombaires, c'est-à-dire au niveau de l'émergence des plexus lombaires et sacrés. Que deviendront dans tout cela les nerfs crural et sciatique, et avant eux, tous les organes internes ou externes où se rendent les ramifications des deux plexus? Les suites, cependant, furent des plus heureuses en définitive. Le lendemain de l'ablation du kyste, l'enfant se portait comme auparavant; aucun trouble nouveau, ni fièvre, ni prostration, ni convulsion. Les téguments restant de l'ex-tumeur et affrontés prenaient une coloration rouge, luisaient et semblaient subir une forte pression de dedans au dehors. Le troisième jour, cette pression était grande, une nouvelle tumeur liquide voulait se former; mais elle ne pouvait s'étendre faute de place, les points de suture étaient tiraillés fortement, et l'enfant accusait de la douleur si on la comprimait légère-

ment. Le quatrième jour, la peau était tendue autant qu'elle pouvait l'être; le cinquième, elle se brisait, une fissure était ouverte entre les points de suture et le liquide s'échappait au fur et à mesure de sa formation. A partir de ce jour, la peau de l'ex-tumeur change de couleur; elle se ramollit, elle subit un travail de macération, et les épingles tombent à tour de rôle. Une nouvelle suture n'étant plus possible, je recommençai à tout hasard un pansement par occlusion avec une couche de collodion, application de baudruche et de bandelettes de diachylum serrées faisant le tour de la taille. Je laissai les choses en place pendant vingt-cinq jours à peu près, et quand je défis le pansement, j'eus le bonheur de constater que toute issue était fermée; il ne restait plus qu'une petite plaie superficielle qui se ferma elle aussi et tout fut terminé. Je conduisis alors l'enfant et la pièce enlevée à la Société de médecine de Bordeaux, et mes collègues purent voir et contrôler de *visu* mes assertions. Ils purent avec moi constater que l'enfant n'était pas le moins du monde paralysé; les jambes remuaient parfaitement par elles-mêmes et non par mouvements communiqués; les fonctions de la vessie et du rectum s'accomplissaient physiologiquement; il en donna même une preuve à ce moment-là, et la sensibilité du tégument externe du bassin et des membres inférieurs était parfaite en tous points.

Je suivis, vous le pensez bien, messieurs, cet enfant de très-près depuis cette époque, pour voir si rien ne surviendrait se rattachant à cette affection. Pendant une couple de mois, sa tête grossit démesurément proportionnellement à son corps, et cet enfant presque microcéphale à sa naissance me faisait l'effet de vouloir devenir hydrocéphale; l'exophthalmie se déclara et les sutures anciennes furent déconsolidées : la fontanelle antérieure augmenta sensiblement. Puis insensiblement cet accroissement rapide du volume de la tête s'arrêta et aujourd'hui, neuvième mois de la vie de cet enfant; il est en tous points conforme à un autre enfant. Le pied gauche seulement paraît présenter un pied bot passé inaperçu au commencement, non par rétraction du tendon d'Achille, mais par un arrêt de développement de l'astragale à la face interne du pied.

Tel est, messieurs, le résultat obtenu, résultat inespéré en raison de l'état déplorable de l'enfant au moment de l'opération des sections nerveuses pratiquées et de l'insuccès habituel de ces opérations dans des mains plus habiles que les miennes. Il me faudrait bien d'autres cas, avec celui-là, pour affirmer l'innocuité de l'opération du spina, et ce cas isolé et à la campagne ne peut infirmer l'opinion généralement admise de la gravité de cette affreuse difformité. Je puis cependant y trouver un enseignement et vous dire que les spina de la région lombaire sont et doivent être de ceux qu'on doit toujours tenter d'opérer. En effet, est-ce vivre même quand la vie se prolonge, que de porter au bas des reins une tumeur

énorme prête à percer à tous moments, sale, ulcérée, puante, et vous interdisant tout mouvement, quand, par sa présence elle-même, elle n'est pas cause d'une paraplégie complète? La vie dans ces conditions est horrible; la mort, résultant de l'opération serait préférable, et quand au contraire, l'espérance de vivre à peu près comme les autres paraît être au bout d'un bistouri, pourquoi ne pas s'en servir?

Pour expliquer maintenant chez mon malade cette absence de troubles nerveux de quelque côté que ce soit du membre inférieur, il faut bien admettre que la moelle épinière ou la queue-de-cheval sectionnée, n'était pas toute entière dans la tumeur; mais qu'une autre division plus importante innervant les régions sous-jacentes, reste dans son canal rachidien.

Le spina ne serait donc pas toujours caractérisé par la division bifide des vertèbres avec issue par l'ouverture d'enveloppes rachidiennes, de filets nerveux et de sérosité, mais par la division en tronçons plus ou moins nombreux et utiles de la moelle et de la queue-de-cheval; les uns se perdant dans la tumeur, les autres restant dans le trou vertébral. L'esprit et la raison, en effet, se refusent totalement à admettre que le mouvement, la sensibilité et la vie, par conséquent, puissent subsister au-dessous d'un point où la moelle aurait été complétement séparée.

M. le Dr AZAM

Professeur à la Faculté de médecine de Bordeaux.

SUR LA DOUBLE CONSCIENCE (1).

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 26 août 1878.* —

J'ai déjà parlé, à Clermont, de ce cas; aujourd'hui, je vous en apporte la théorie et je vais dire quelques-unes des hypothèses qu'on peut faire sur sa nature et sur ses causes.

Félida X. a comme deux existences séparées l'une de l'autre par une perte de connaissance très-courte. Dans l'une qui est son état ordinaire, elle a la notion exacte de sa vie entière; dans l'autre dont la durée est aujourd'hui très-courte, elle n'a aucune notion de ce qui s'est passé dans la période précédente. Elle a aujourd'hui 36 ans et sa maladie remonte à l'âge de 15 ans; elle est hystérique et comme toutes ses semblables a des hypérémies et des ané-

(1) *Revue scientifique*, 31 août 1878.

mies locales dues à la contraction ou au relachement des vaisseaux afférents; elle peut donc présenter, à certains moments, des phénomènes analogues dans la partie du cerveau où siége la fonction mémoire; cela établi, voici mon hypothèse: certaines fonctions, celles qui répondent aux organes doubles, siégent à la fois dans les deux hémisphères; les autres, jugement, mémoire, langage ne siégent que dans un hémisphère, de même que le langage ne siége qu'à gauche. Félida vivrait tantôt avec son cerveau entier, tantôt avec un hémisphère entier, tantôt avec un hémisphère incomplet où n'existe pas le siége de la mémoire et la cause de cette variation serait tout entière dans la contraction d'origine hystérique des vaisseaux sanguins qui alimentent l'hémisphère complet. Or, elle vit avec son hémisphère gauche, puisqu'elle parle, ce serait donc dans l'hémisphère droit qu'on serait amené à penser qu'existe le siége de la mémoire.

M. Azam termine en se demandant si Félida serait responsable et punissable de ses actes; il croit qu'elle ne serait que partiellement responsable, qu'elle le serait dans un cas et pas dans l'autre, elle ne devrait être incriminée que des actes commis dans la condition première. Il fait appel à la sagacité et au savoir de ses auditeurs pour l'aider à éclaircir ces faits singuliers.

M. le D[r] AUBERT

de Lyon.

SUR LA CASTRATION PRÉVENTIVE DANS L'ECTOPIE TESTICULAIRE ET PLUS PARTICULIÈREMENT DANS L'ECTOPIE INGUINALE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 26 août 1879.* —

M. Aubert se basant sur deux faits de castration pratiqués par lui avec succès, premièrement dans un cas d'ectopie inguinale coexistant avec une hernie et accompagnée de symptômes douloureux ; deuxièmement dans un cas d'ectopie inguinale avec phénomènes douloureux antérieurs modérés et dégénérescence carcinomateuse de l'organe qui cependant avait conservé son volume normal, propose d'apporter moins de réserve dans l'ablation des testicules inguinaux. Les raisons sur lesquelles il s'appuie sont les suivantes:

1° Un testicule inguinal est, au point de vue de la fécondité, sinon de la puissance, un organe inutile.

2° Ces testicules sont le plus souvent le point de départ de symptômes douloureux.

3° Ils ont une tendance très-grande à devenir cancéreux et un cancer survenu dans ces conditions peut être considéré comme fatal.

4° L'opération est, contrairement à l'opinion reçue, relativement innocente.

DISCUSSION.

M. DUPRÉ. — Je ne nie pas la nécessité de l'opération, mais en ma qualité de chirurgien herniaire, j'ai observé plusieurs cas semblables, je ne les ai jamais opérés ; j'ai appliqué des pelottes concaves et au bout d'un certain temps, tout rentrait dans l'ordre.

M. le Dr LEUDET

Directeur de l'École de médecine de Rouen.

SUR LE ZONA DANS LA TUBERCULOSE PULMONAIRE (1).

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 26 août 1878. —

1° Dans la tuberculose pulmonaire, on voit se développer plusieurs ordres de troubles nerveux périphériques ; les uns à déterminations anatomiques vagues, les autres bien déterminés anatomiquement : ce sont des névralgies, des paralysies des nerfs périphériques.

Le zona apparaît dans le cours de ces troubles nerveux, il affecte les mêmes nerfs, il fait partie de la perturbation nerveuse précédente.

Il peut coïncider avec des troubles de mobilité, de sensibilité, avec l'atrophie des muscles animés par les branches nerveuses.

Le zona peut siéger sur le trajet du nerf ou à sa périphérie.

Les troubles nerveux, comme le zona, se rencontrent de préférence dans la tuberculose pulmonaire à évolution lente.

Le zona présente le même agrégat de symptômes dans les maladies du cœur, dans le rhumatisme et dans l'asphyxie par la vapeur de charbon.

Il est probable que les troubles nerveux, comme le zona, sont provoqués par action réflexe.

Les troubles périphériques donnent lieu pendant la vie aux symptômes locaux de la névrite, douleur, tumeur simulant un phlegmon ou causant même un abcès; dans les nerfs vaso-moteurs, à la rougeur et au développement de l'éruption bulleuse ou herpétique, que l'observation moderne a rattachée chimiquement et anatomiquement à des lésions des nerfs vaso-moteurs.

Les troubles nerveux périphériques peuvent apparaître immédiatement après l'asphyxie, se développer au bout de quelques jours, ce qui a lieu surtout pour les lésions des nerfs vaso-moteurs.

(1) Le Mémoire a été publié *in extenso* dans la *Gazette hebdomadaire*. 1878, p. 617.

L'anatomie pathologique a démontré une lésion dans un nerf atteint.

Les lésions des nerfs vaso-moteurs ont peu de durée; celles des nerfs moteurs ou sensitifs ont une durée plus longue, peuvent être incurables et s'étendre au centre, et enfin causer la paralysie ascendante aiguë.

DISCUSSION.

M. Verneuil. — J'ai observé des zonas du tronc et des membres chez les tuberculeux; les manifestations herpétiques coïncidaient avec des accidents scrofuleux et des lésions osseuses.

J'ai observé une malade qui avait un abcès de la fosse iliaque par congestion avec herpès sur le trajet du nerf saphène et du nerf crural.

L'autre malade avait un zona sur la poitrine, était tuberculeuse et avait un abcès par congestion de la fosse iliaque, dépendant d'une lésion de la colonne vertébrale.

L'herpès s'expliquait chaque fois par des lésions des nerfs.

M. Gubler dit qu'il y a de la confusion entre les manifestations anatomiques de l'herpès; on a souvent confondu le zona avec l'herpès fébrile, qui est une maladie épidémique sévissant en septembre et à la fin d'août, ainsi qu'il l'a observé dans une petite épidémie qui a sévi sur un hameau.

Il y a des herpès qui se groupent en zona et qui sont en rapport avec des lésions du système nerveux; on cite le cas du nerf péronier qui avait été intéressé, et d'une piqûre du nerf cubital, qui ont donné lieu à de l'herpès.

Les tuberculeux ont un herpès fébrile par lésion des nerfs, mais on peut voir aussi chez eux un véritable zona.

M. Dagrève dit aussi avoir remarqué des zonas épidémiques; il a lu l'observation d'un homme atteint de névrite du nerf radial avec zona, mais les boutons étaient plus petits que dans les zonas épidémiques.

M. HOUZÉ DE L'AULNOIT

Professeur à la Faculté de médecine de Lille.

SUR LE TRAITEMENT DES PLAIES ET DES FOYERS PURULENTS PAR L'EMPLOI DE L'EAU SALÉE (ÉTUDES EXPÉRIMENTALES).

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 26 août 1878. —

Il y a deux ans, entre dans le service de M. Houzé de l'Aulnoit à l'hôpital Saint-Sauveur, une femme atteinte de pleurésie purulente; neuf ponctions sont successivement faites suivies d'injections avec les topiques ordinaires; eau phéniquée, eau-de-vie camphrée, teinture d'iode, permanganate de potasse, mais jamais on ne parvenait à retirer complètement le pus qui séjournait dans les clapiers et qui bientôt donna lieu à des phénomènes d'infection.

Ce chirurgien eut alors l'idée d'employer un liquide d'une densité assez considérable, plus considérable que celle du pus qui, prenant sa place, le forçât à sortir à l'extérieur, mais n'exerçât aucune action nocive ou toxique sur l'individu. Après plusieurs expériences, son choix s'arrêta sur l'eau surchargée au maximum de saturation de chlorure de sodium; après l'injection de la liqueur, il la vit en effet sortir mélangée entièrement à du pus, et sous l'influence de ce traitement, il assista à une véritable résurrection, car les phénomènes d'infection cessèrent et bientôt la malade fut complétement guérie.

Etendant le champ de ses expériences, il traita successivement et toujours avec succès deux épanchements purulents de la plèvre, trois abcès profonds de l'abdomen, une arthrite purulente du genou, une vaginalite suppurée, une adénite cervicale suppurée, une fracture comminutive du tibia avec résection et un évidement de la diaphyse et des épiphyses du tibia.

Ces injections exercent une quadruple action :

La densité du liquide fait remonter à la surface le pus croupissant dans les clapiers.

Elles excitent la granulation et la vascularisation des parois.

Arrêtent le travail de décomposition des globules purulents.

Excitent le travail de nutrition.

Pour l'injection dans les foyers on doit faire usage d'une solution concentrée marquant 1210.

L'eau salée a été employée aussi pour le pansement des plaies ordinaires : anthrax, ulcères, plaies contuses, etc., toujours les résultats ont été merveilleux tant au point de vue local qu'au point de vue général; dans ces cas il vaut mieux ne se servir que d'une solution au 10e et ne l'employer que lorsque la suppuration est de mauvaise nature, fétide et susceptible de produire la septicémie.

DISCUSSION

M. Potain. — M. Houzé de l'Aulnoit m'a fait part au Havre de son procédé, je l'ai employé dans un cas de kyste hydatique suppuré du foie et la malade guérit d'une façon merveilleuse en trois semaines sans avoir présenté de fièvre; je ne crois pas que l'eau salée ait été employée avant M. Houzé de l'Aulnoit, aussi je crois que tout le mérite lui appartient exclusivement.

M. Dupré. — Je suis certain des avantages de l'eau salée; j'ai employé un mélange d'eau salée et de sulfate de zinc dans les proportions de 15 grammes de chlorure de sodium pour 4 grammes de sulfate de zinc et 1,000 grammes d'eau et j'en ai toujours retiré d'excellents résultats. Il serait nécessaire de comparer les deux méthodes.

M. Azam demande à M. Houzé de l'Aulnoit comment agit l'eau salée.

M. Houzé répond qu'elle agit par sa densité, par la propriété qu'elle possède d'exciter la granulation, d'arrêter la décomposition des globules, d'activer la nutrition générale.

M. Cabello dit qu'il a employé l'eau de mer en irrigation continue pour le traitement des contusions, fractures, dans tous les cas où il y a suppuration; il en a retiré des avantages réels pour le traitement des ulcères chroniques,

atoniques ; il en a aussi fait l'application dans un cas de périostite avec abcès et la cicatrisation a été très-rapide.

M. Rochard dit qu'il a toujours vu dans l'emploi de l'eau de mer des résultats opposés et que tous les jours il voit que les petites plaies et écorchures des matelots qui sont continuellement en contact avec l'eau de mer ne se cicatrisent jamais si on ne les soustrait à cette influence.

M. Lecadre dit que tous les jours il voit des applications d'eau salée sur les plaies, mais que les résultats sont toujours très-mauvais sauf dans quelques cas d'ophthalmies légères ou d'affections herpétiques.

M. Houzé repousse énergiquement l'emploi de l'eau de mer qui est de nature à irriter les plaies en les ensablant.

M. Pietra-Santa ajoute quelques mots à l'historique qui a été fait par M. Houzé de l'Aulnoit.

M. Gubler. — Les moyens recommandés par M. Houzé de l'Aulnoit me paraissent devoir exercer une heureuse influence dans le cas de foyers purulents et de plaies atoniques. Le sel a, en effet, des actions stimulantes et nutritives : si on jette dans une palette de sang quelques grains de sel on aperçoit tout aussitôt ce sang devenir rutilant dans les points en rapport avec la substance saline. Certaines eaux minérales du Béarn contiennent 160 et 180 grammes de sel et exercent une action favorable non moins sur l'état général que sur la cicatrisation des plaies atoniques. Le travail de notre confrère est original et me paraît susceptible de rendre des services entre les mains des chirurgiens dans des cas déterminés.

M. le Dr VERGER

De Saint-Fort-sur-Gironde.

EXPULSION D'UN CORPS ÉTRANGER DE L'ŒSOPHAGE OBTENUE PAR L'APPLICATION DES EFFETS VOMITIFS DE L'APOMORPHINE EN INJECTION HYPODERMIQUE

— *Séance du 27 août 1878* —

Obs. — Dans l'après midi du mois d'octobre 1877. M. P.... du village de Fabien, commune de Saint-Fort, m'amena sa fille, âgée de neuf ans, qui venait d'avaler, quelques instants auparavant, un noyau de prune resté dans l'œsophage.

J'essayai de faire ingérer de l'eau pure, dans l'intention, si les liquides pouvaient passer, de provoquer des vomissements à l'aide d'une infusion d'ipéca ; mais ce fut impossible, l'eau était rejetée aussitôt en totalité, preuve que le canal œsophagien était obturé complétement.

Je me rendis alors avec l'enfant chez mes confrères, MM. Chaparre père et fils, pour les prier de me prêter leur précieux concours.

Une sonde œsophagienne fut introduite profondément; mais, sans avoir rencontré le corps étranger, on fut obligé de la retirer à cause des spasmes menaçants qu'elle provoquait.

C'est alors que nous eûmes l'idée de recourir aux propriétés vomitives de l'apomorphine.

A l'aide d'une seringue de Pravaz jaugeant 1 gr. 2, deux injections furent pratiquées coup sur coup, dans le tissu cellulaire de la partie supérieure externe de la cuisse, avec une solution contenant 0 gr. 01 d'apomorphine, pour 10 grammes d'eau distillée, ce qui portait la dose totale d'apomorphine injectée à 0 gr. 0024.

Deux ou trois minutes s'étaient à peine écoulées qu'un vomissement énergique se produisit; et, le choc du noyau contre les parois de la cuvette résonnant agréablement à nos oreilles, vint nous avertir que nos efforts avaient été couronnés de succès.

Il survint encore deux autres vomissements; mais, aussitôt le premier, l'enfant fut prise tout à coup d'une invincible envie de dormir, un état de résolution presque complète, s'empara de la tête et des membres, la station verticale était impossible et le sens musculaire totalement aboli. La sensibilité tactile était conservée; l'intelligence, quoique devenue obtuse, ne présentait aucun trouble. La peau était légèrement refroidie, le pouls petit et lent; mais la respiration était régulière comme auparavant.

Cet état persista, malgré un transport en voiture de deux kilomètres, pendant une demi-heure environ, et céda ensuite complétement après l'ingestion d'une forte infusion de café.

Les deux injections hypodermiques ne donnèrent lieu à aucune irritation locale.

Nous avons pensé que cette observation pouvait présenter un certain intérêt, d'autant plus que, à notre connaissance du moins, aucun fait de publicité n'est encore venu justifier l'application très-facile d'ailleurs à pressentir des effets vomitifs de l'apomorphine, dans les cas de corps étrangers de l'œsophage.

Nous ferons remarquer en outre, que dans le cas particulier qui nous occupe, on serait difficilement arrivé à obtenir soit l'expulsion par le haut, soit le refoulement dans l'estomac du corps étranger, à l'aide des instruments, sans léser la paroi œsophagienne dans laquelle le noyau s'était très-probablement implanté par l'épine particulièrement longue et aiguë qui terminait d'un côté son grand axe. Quelques gouttes de sang avaient en effet accompagné le noyau lors du premier vomissement.

Nous appelons aussi l'attention sur la très-petite dose (deux milligrammes et demi) qui a été suffisante, au lieu de cinq, six et même douze milligrammes indiqués par certains auteurs, Siébert, Carville,

pour amener presque sur le champ des vomissements énergiques et les troubles nerveux indiqués plus haut.

En résumé, nous pensons que l'apomorphine par la sûreté et la rapidité de son action doit avoir le pas sur les autres substances vomitives, (telles que l'ipéca et le tartre stibié) et même sur les instruments, pour obtenir l'expulsion des corps étrangers de l'œsophage, toutes les fois que les vomissements ne sont pas contre-indiqués par la forme particulière des corps étrangers, épingles, aiguilles, arêtes, etc.

Même dans les cas où les vomissements provoqués par l'apomorphine n'auraient pas réussi à rejeter le corps étranger on n'aurait pas à se repentir d'avoir d'abord donné la préférence à ce médicament, car il est rationnel d'admettre que l'introduction des instruments serait rendue plus facile par la résolution musculaire qui succède à l'administration de l'apomorphine.

M. le Dr GOUGENHEIM

Médecin des hopitaux de Paris.

SUR L'ŒDÈME DE LA GLOTTE DANS LA PHTHISIE LARYNGÉE (1).

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 27 août 1878.* —

D'après les observations cliniques qu'il a pu faire et les recherches expérimentales pour lesquelles M. Franck lui a donné son concours, M. Gougenheim pense que l'infiltration liquide des replis aryteno-épiglottiques, dans la phthisie laryngée ou œdème de la glotte proprement dit est le plus souvent une erreur d'anatomie pathologique. Les symptômes graves et terrifiants de cette maladie seraient dus, d'après lui, à un certain degré de compression du recurrent et du pneumogastrique.

DISCUSSION

M. GUBLER rappelle des expériences qu'il a faites autrefois dans le service de M. Velpeau et dont M. Lailler a été témoin. Adaptant un soufflet à un larynx œdématié, il voyait l'inspiration se faire avec assez de facilité, si le mouvement du soufflet était lent et progressif; si au contraire on faisait un brusque appel d'air, les replis aryteno-épiglottiques s'accolaient et empêchaient la pénétration de l'air. A la face dorsale de l'épiglotte, il existe un tissu cellulaire lâche qui s'œdématie facilement; il en résulte que l'épiglotte se contourne en cornet et

(1) Le travail *in extenso* a paru dans la *Gazette hebdomadaire* 1878, p. 473 et 726.

l'inspiration renversant ce tube enroulé, empêche la pénétration de l'air dans le thorax. Dans ces cas d'œdème des replis aryteno-épiglottiques, on trouve les conditions propres aux difficultés d'inspiration.

M. Lailler croit que M. Gougenheim fait une part trop large aux spasmes. Un malade atteint d'œdème de la glotte est pris de syncope; la respiration est toujours difficultueuse, et cependant la syncope a fait cesser le spasme.

M. Gougenheim insiste sur ce point qu'il a parlé de paralysie de la glotte et non point de spasme; il n'a jamais vu d'état spasmodique dans l'œdème de la glotte. Dans ses expériences, il a vu que si l'œdème était facile et se produisait en premier lieu dans les replis aryteno-epiglottiques, il survenait cependant dans les cordes vocales et à la face postérieure de l'épiglotte, avec un peu plus de difficulté.

M. le Dr TEISSIER

Professeur à la Faculté de médecine de Lyon.

EFFETS THÉRAPEUTIQUES DE LA DIGITALE DANS LES MALADIES DU CŒUR.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 27 août 1878.* —

Malgré les nombreux travaux publiés sur les questions de thérapeutique et sur celle-là en particulier, M. Teissier constate qu'il y a une grande confusion ou plutôt un grand embarras dans la question des indications et contre-indications de l'emploi de la digitale. Les uns veulent qu'on ne la donne que dans les lésions de l'orifice mitral, quand le pouls est petit, incoercible, l'état du cœur affaibli; d'autres, au contraire, la réservent absolument aux besoins de l'orifice aortique. M. Teissier, sans vouloir résoudre le problème, montre par des observations recueillies dans son service que les doctrines formulées par Bouillaud, Trousseau, etc., sont trop absolues. La digitale n'est ni le quinquina, ni l'opium du cœur, mais c'est un médicament régulateur de la circulation et qui s'adapte à l'état pathologique du cœur; aussi peut-on dire qu'il convient à toutes les affections cardiaques, car il donne à la circulation la tension nette, précise que l'organisme réclame pour son bon fonctionnement.

M. Teissier montre par des tracés sphygmographiques pris à différentes phases du traitement les heureux effets obtenus par la médication dans les affections les plus dissemblables, insuffisance mitrale et aortique, rétrécissement mitral et aortique. Chez un rhumatisant auquel le salicylate de soude avait amené une véritable ataxie du pouls, la digitale rétablit l'ordre en peu de temps.

Sauf les cas extrêmement avancés de lésions cardiaques, où le pouls est déjà

si ralenti qu'il y aurait danger de l'abaisser encore, M. Teissier croit la digitale indiquée, à doses variées bien entendu, dans toutes les affections du cœur, en tant qu'agissant comme régulateur de la circulation.

DISCUSSION

M. GUBLER est heureux d'avoir rencontré ses opinions confirmées par les observations de M. Teissier; il recommande, en effet, de donner la digitale dans les maladies des deux orifices cardiaques; mais on doit la donner en vue de régulariser l'action du cœur, pour modifier le rhythme cardiaque et augmenter la force des pulsations, tout en en diminuant le nombre. La digitale est indiquée toutes les fois que le cœur se fatigue par irrégularité de sa révolution, provenant d'abus ou de déperdition de sa force motrice; elle est nuisible quand la dépression est extrême, le pouls petit, le cœur fatigué, en état de dégénérescence; dans ce cas, les injections de morphine ont un effet qu'on n'obtient pas avec la digitale.

M. GUBLER

Membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de Paris. Médecin des hôpitaux.

TÉNOPATHIE SATURNINE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. GUBLER signale à l'attention des membres de la section une variété peu connue de déformations, de lésions qui se rattachent à l'appareil tendineux et qu'il a observées pour la première fois chez un saturnin. Cette lésion consistant en une espèce de synovite plastique, fongueuse, siège dans la gaîne des extenseurs à la face dorsale de la main. M. Gubler crut pouvoir la rattacher plutôt à un trouble nutritif causé par la paralysie saturnine qu'à l'action du plomb lui-même. Un second fait qu'il a observé dans un cas d'hémiplégie cérébrale d'origine non saturnine le confirme dans cette idée. Il était difficile cependant de ne pas songer à la possibilité de la maladie décrite par Garrod sous le nom de Goutte saturnine. Une autopsie qu'il eut l'occasion de pratiquer permit à M. Gubler de vérifier qu'il n'y avait là ni tophus ni productions uratiques, mais qu'il s'agissait bien d'une lésion tendineuse spéciale. Legros, qui a examiné la pièce, a reconnu qu'il s'agissait d'une nécrobiose du tendon primitif engaîné dans un tissu tendineux de nouvelle formation. Ce serait analogue au séquestre invaginé dans la nécrose centrale.

M. Gubler a vu ces déformations se produire à la suite de paralysie à frigore, chez un cocher qui avait reçu sur les mains et sur les avants-bras une pluie froide. De ces divers faits, M. Gubler se croit en droit d'admettre un trouble nutritif dû à la paralysie de quelque cause que soit cette paralysie.

DISCUSSION.

M. VERNEUIL croit plutôt à l'action du poison (goutte, plomb ou autre), qu'à un trouble nutritif consécutif à la paralysie : il affirme son opinion sur ce fait qu'on voit, dans la syphilis, survenir des lésions analogues, sans paralysie antérieure.

M. LÉPINE. — La goutte saturnine existe réellement, mais elle se voit surtout sur les saturnins chroniques qu'on rencontre plus rarement à Beaujon qu'à la Charité.

M. FÉRÉOL a vu plusieurs cas de goutte saturnine et a eu l'occasion d'avoir une autopsie en fournissant un exemple remarquable.

M. de BOMMY a rencontré dans un village, chez des potiers, des lésions analogues à celles décrites par M. Gubler ; ces ouvriers employaient le plomb pour le vernissage de leurs poteries.

M. GUBLER ne nie pas des faits de goutte chez les saturnins, mais il conteste un rapport entre la goutte et le saturnisme.

M. le Dr E. De CYON

SUR LES ACTIONS NERVEUSES MODÉRATRICES.

— *Séance du 27 août 1878.* —

Le fonctionnement des nerfs modérateurs ou régulateurs est un des points les plus obscurs de la physiologie. Deux théories ont été proposées pour expliquer le mécanisme de ce fonctionnement : la première admet que les nerfs modérateurs augmentent les résistances que rencontre la mise en jeu ou le transfert des forces excitatrices des cellules ganglionnaires aux nerfs moteurs. L'autre théorie explique l'action modératrice par l'interférence dans les cellules, des excitations nerveuses provenant de sources différentes. Cette théorie trouve un puissant appui dans le fait que l'excitation nerveuse, comme nous le savons à présent, se propage d'une manière ondulatoire.

Il y a une douzaine d'années, j'ai constaté que le nerf pneumogastrique devient un nerf moteur du cœur quand les battements de cet organe sont arrêtés par l'action des hautes températures. Ce fait plaide d'une manière des plus concluantes pour la deuxième des théories susmentionnées. Je puis à présent communiquer d'autres faits qui parlent dans le même sens. Les expériences que j'ai pu exécuter dans le labora-

toire de M. Paul Bert, à l'aide des appareils qu'il a gracieusement mis à ma disposition, m'ont démontré qu'on peut changer l'action modératrice du nerf dépresseur et d'autres nerfs sensibles sur les centres vasomoteurs, si on abolit l'excitation normale de ces centres en saturant d'oxygène le sang des animaux. Pour obtenir cette saturation, il suffit de faire respirer aux animaux de l'oxygène pur sous une pression de deux atmosphères. Dans ce cas, l'excitation du dépresseur produit une augmentation de la pression sanguine, l'excitation des autres nerfs sensibles produit une diminution de cette pression. Inutile d'insister sur l'appui que ce changement du fonctionnement normal de ces nerfs prête à la théorie des interférences.

M. le Dr LECADRE

Du Havre.

QUELQUES CONSIDÉRATIONS SUR LA RAGE.

— *Séance du 27 août 1878* —

La rage ayant sévi, cette année, dans plusieurs de nos départements et ayant occasionné la mort de quelques personnes notables, est venue répandre, encore une fois, l'effroi au milieu de nos populations. Des arrêtés de police ont eu lieu, le gouvernement a consacré, par un décret, les mesures à prendre; le comité consultatif d'hygiène publique a publié son rapport sur les cas de rage de 1869 à 1876 et ses instructions relatives à cette affection. Il appartient, je crois, au Congrès de parler de cette horrible maladie, sur le compte de laquelle règne encore beaucoup d'obscurité.

Mon but est de ne présenter ici que quelques considérations sur cette affection, afin de réveiller à son sujet une discussion qui ne peut qu'être profitable à la science.

La rage est une maladie essentiellement contagieuse. On la voit surgir tous les trois ou quatre ans à peu près, régnant, chaque fois, de six à dix-huit mois, suivant l'efficacité des moyens employés pour en arrêter les effets. Comme beaucoup d'autres affections contagieuses, elle apparait sans pouvoir trouver son origine première. En vain, divers expérimentateurs ont-ils essayé, soit en astreignant les chiens à une longue abstinence, en les assujettissant à toutes les horreurs de la faim et de la soif, soit en les laissant croupir dans la saleté la plus dégoûtante,

jamais ils n'ont pu faire naître la rage. On sait que beaucoup d'autres maladies plus simples, telles que la pleurésie, la pneumonie, etc., ne sont pas faciles à contracter. N'a-t-on pas vu des individus rebelles aux éruptions que leur voisinage direct devait leur faire avoir? Dans des intervalles de deux, de trois, de quatre ans, quelles que soient la chaleur, la sécheresse, l'humidité et une foule d'autres circonstances locales, on cesse d'observer le moindre cas de rage; et tout à coup, sans qu'on puisse trouver d'autre cause que la transmission contagieuse, les cas de rage apparaissent et se multiplient. En Orient, autrefois la rage était inconnue, et cependant, dans ces parages, les chiens, sans maîtres, sans direction, circulant en très-grand nombre librement dans les rues, croupissant souvent au milieu des ordures, n'étaient réglementés par rien, on n'y connaissait pas la rage. Mais depuis que les communications avec ces pays sont devenues faciles et de tous les jours, un chien malade n'aura pas manqué d'y être importé. De ce moment, la rage existe, et l'Orient aujourd'hui n'est pas plus exempt de cette maladie que le reste de l'Europe. En Algérie, avant notre possession de ce pays, la rage était inconnue. Depuis qu'elle est française, en même temps que notre autorité, nous y avons introduit la contagion rabique.

« Les épizooties, m'écrivait dernièrement un vétérinaire fort distingué » du Havre, M. Lefebvre, qui ont leur cause initiale ou déterminante » dans un état particulier de l'atmosphère, reconnaissent une période de » début, de confirmation et de déclin. Dans les épizooties rabiques, il » n'en est jamais ainsi. Le mal augmente ou diminue, juste en raison » de la mollesse ou de la rigueur des restrictions apportées à la circu- » lation sur la voie publique. Si la rage ne reconnaît d'autres causes que » la contagion, il va de soi que, pour la faire disparaître, il faut empê- » cher cette contagion. »

Cela est si vrai qu'en Angleterre, et particulièrement en Écosse, où le chien, étant regardé comme une propriété, il est interdit d'y porter la moindre atteinte, les cas de rage sont beaucoup plus nombreux qu'en France.

Si, dans les campagnes, la rage est plus rare, c'est que la transmission y est bien moins facile.

Étant bien reconnu que la rage est le résultat d'une contagion, le moyen le plus efficace, le plus certain de s'en préserver est d'empêcher les chiens de pouvoir vaguer selon leur instinct, et de les séquestrer au logis, « non de les museler, mesure sans valeur, comme dit M. Lefebvre, » mais de les tenir en laisse; c'est, en outre, d'exiger un collier avec le » nom et l'adresse du propriétaire, afin de pouvoir atteindre ce dernier, » toutes les fois que l'animal lui appartenant cause quelques dommages » ou que la loi n'est pas observée. »

D'après le rapport fait au comité consultatif d'hygiène de France par M. Proust, dans la période de 1873 à 1876, sur 100 morsures, 97 ont été faites par des chiens et 3 par des chats. Aucun autre animal ne peut être incriminé. Sur ces 100 morsures, 53 ont donné la rage, 52 par des chiens et 1 par un chat; 47, dont 45 par des chiens et 2 par des chats, ont été inoffensives.

Si, sur un chiffre de 100 morsures, 47, près de la moitié, ont été inoffensives, c'est que l'animal auteur de la morsure, n'était pas atteint de la rage ou bien a mordu à travers les vêtements.

Il arrive tous les jours que des chiens sont poursuivis, harcelés, traqués sur la voie publique, excités au point de mordre pour se défendre. L'effroi se répand dans la ville ou la campagne. L'animal, qui n'a pas tardé à être sacrifié, est dûment convaincu de la rage, quand, s'il avait pu être saisi, mis hors d'état de nuire, transporté dans un lieu d'où il n'eût pu s'échapper et étudié par un vétérinaire, on se serait aperçu qu'il n'était nullement atteint de la rage. Tout chien dit enragé ne l'est pas toujours. Chacun de nous pourrait apporter plus d'un fait à l'appui de cette assertion. Dans l'intérêt des populations, afin d'empêcher l'effroi trop légitime qui se répand, dans celui des familles où quelque accident a eu lieu, combien il serait à désirer que le chien soupçonné de rage fût enchaîné, observé, étudié avec soin par un homme de l'art. Alors pourraient s'évanouir bien des craintes.

Un autre fait incontestable, c'est que la contagion ne se transmet pas ou se transmet très-difficilement, lorsque les vêtements qui essuient le virus recouvrent la partie mordue. Ainsi le rapport de M. le Dr Proust, constate que sur 35 morsures faites aux mains, 23 ont été mortelles et 12 inoffensives; que sur 8 morsures au visage, 7 ont été mortelles et une seule n'a pas été suivie d'accidents et que sur 4 morsures faites aux extrémités inférieures recouvertes de vêtements, aucune n'a donné lieu à la rage. A ma connaissance, trois hommes moururent de la rage; deux avaient été mordus à la face, un à la main : dans le même moment, trois chevaux mouraient de la même maladie; deux avaient été mordus au nez. Plusieurs personnes mordues à travers des vêtements, même légers, par des chiens convaincus de la rage, n'éprouvèrent aucun accident.

Parmi les espèces d'animaux ayant transmis la rage pendant une période de vingt-six années, cette fois de 1850 à 1876, le rapport du savant hygiéniste, M. Proust, signale :

Chiens.	707
Loups	38
Chats.	23
Renard	1

On est tout étonné de rencontrer ajoutée à ces nombres divers, une vache. Jusqu'ici, on avait cru qu'en dehors du chien, du chat, du loup, du renard, aucun autre animal mordu et sous l'influence du virus rabique ne cherchait à mordre et que sa morsure, si elle devait avoir lieu, n'était pas susceptible de transmettre la rage.

Dupuy, de l'école d'Alfort, a vu dans beaucoup de troupeaux, des moutons attaqués de cette maladie, mordre d'autres moutons, même dans les parties dépouillées de laine, sans que jamais la rage s'ensuivit. Un vétérinaire de nos environs me racontait, il y a déjà longtemps, qu'il avait observé quatre vaches enragées, desquelles il approchait plusieurs fois par jour, qui jamais n'avaient cherché à le mordre. Dans l'excès de ses souffrances, la vache bat de ses cornes tous ceux qui l'entourent; le cheval cherche à frapper du pied tous ceux qui s'en approchent; l'hydrophobe mord ses draps, ses couvertures, comme cela a lieu dans d'autres maladies également douloureuses. Il est vrai que Magendie et Breschet, inoculant deux chiens avec la salive d'un homme enragé, il s'ensuivit qu'un de ces chiens, trente-huit jours après l'inoculation, devint enragé et transmit la rage à un autre chien. D'homme à homme, le fait se serait-il passé de la même manière? Il est au moins permis d'en douter. A ma connaissance, au reste, aucun autre fait n'est venu depuis corroborer l'expérience faite par les deux illustres anatomo-physiologistes que je viens de citer.

Ce qui est certain et ce qu'il m'a été donné d'observer, c'est que l'homme enragé ne cherche pas à mordre son semblable et que, dans ses paroxysmes les plus violents, sa conscience domine sa volonté. Je n'oublierai jamais qu'au commencement de mes études médicales, une femme du faubourg Saint-Jacques, à Nantes, mordue par un chat, cinquante jours auparavant, fut atteinte de la rage. L'autorité requit un médecin pour la ramener de son domicile à l'hôpital. Ce médecin se fit accompagner d'un élève. La malheureuse hydrophobe n'opposa aucune résistance pour s'y rendre. Elle monta elle-même dans la voiture, suivie du médecin et de l'élève. Durant le trajet à parcourir, cette femme eut plusieurs crises, mais sans chercher à mordre ses voisins. Elle jouissait de la plénitude de ses facultés. Arrivée à l'hôpital, elle fut déposée dans un lit. On ne fut point obligé de la contenir. A la vue de l'eau ou d'un corps brillant, ses accès recommençaient; elle prenait alors son drap dans la bouche et tenait ainsi la bouche serrée pendant toute la durée de la crise. Elle mourut au bout de trois jours, sans avoir presque cessé de converser avec les élèves qui ne la quittaient ni la nuit ni le jour.

Ici, se bornent les quelques considérations que j'avais à présenter, voulant être court et ne planter que quelques jalons pour l'étude obs-

cure, en certains points, d'une maladie si grave et qui touche à l'hygiène générale. Il ne me reste plus qu'à présenter quelques conclusions :

1° La rage a pour cause une transmission contagieuse.

2° Il n'existe encore aucun cas de développement spontané de la maladie, et jusqu'ici rien n'a pu la provoquer.

3° Comme beaucoup d'autres affections contagieuses, la rage se renouvelle à des périodes indéterminées, dure un laps de temps, plus ou moins long pour disparaître, lorsque des mesures d'isolement sont prises et renaître lorsqu'on se relâche sur l'emploi de ces mesures.

4° Les mesures consistent à séquestrer le chien, à l'empêcher de vaguer, à rendre responsable le maître des torts que l'animal peut occasionner, à faire que la race des chiens errants disparaisse.

5° Les climats, les saisons, les variations de température n'exercent aucune influence sur la production de la maladie et sur le nombre des cas de rage.

6° Ces cas étant moins fréquents qu'on le suppose, il serait à désirer que tout chien suspect fût arrêté, étudié, observé et non abattu comme on le fait d'habitude. Par ces moyens, bien des cas de rage dénoncés n'existeraient plus.

7° Les morsures par un chien enragé sont graves sur toutes les parties découvertes. Elles perdent de leur gravité, quand la partie mordue est recouverte d'un vêtement. Quoi qu'il en soit, par mesure de précaution, la cautérisation est d'une nécessité absolue pour ces dernières plaies comme pour les premières.

8° Aucun fait bien constaté ne prouve que la rage puisse être communiquée par la morsure d'un herbivore ayant inoculé le virus rabique.

9° L'homme atteint de la rage ne cherche pas à mordre son semblable. Rien ne dit jusqu'ici que sa salive inoculée à un autre homme, pût être pour ce dernier, suivie de la rage.

M. le Dr NIVET

Professeur à l'École de médecine et de pharmacie de Clermont-Ferrand.

GENÈSE DU GOITRE CHRONIQUE.

— *Séance du 27 août 1878.* —

MESSIEURS,

Les médecins qui se sont occupés sérieusement du goitre et du crétinisme, ont certainement lu et apprécié, comme il le mérite, le rapport si remarquable qui a été publié par M. le docteur Baillarger, sur ces maladies. Beaucoup d'entre eux ont dû arriver à cette conclusion désespérante que l'étiologie du goitre est erronée ou douteuse ; ils ont dû, avec notre savant confrère, faire table rase de l'étiologie ancienne sur cette matière.

C'est sur ce terrain, préalablement déblayé, que nous nous sommes placé pour reconstruire une étiologie nouvelle.

Au lieu de nous mettre à la recherche d'une cause spécifique, nous avons appliqué aux engorgements thyroïdiens les principes généraux de la pathogénie des organes glandulaires.

Après avoir étudié les causes du goitre aigu, nous avons indiqué les influences qui font passer cette maladie à l'état chronique et héréditaire.

Nous avons démontré, dans d'autres ouvrages, que le goitre aigu était déterminé par l'action successive de causes prédisposantes, et occasionnelles variées (1).

Les causes prédisposantes sont : l'habitation dans un pays voisin des montagnes; le séjour, durant la nuit, dans des chambres ou des dortoirs qui deviennent trop chauds et sont insuffisamment aérés pendant l'été ou la fin du printemps; les sueurs nocturnes et diurnes abondantes et répétées.

Les causes occasionnelles sont : l'ingestion d'une certaine quantité d'eau froide pendant que le corps, affaibli par les causes prédisposantes, est en sueur; les vents et les courants d'air froids agissant sur le cou, mis à nu, au moment où l'on est en transpiration.— Ajoutons que ce

(1) *Études sur le goitre épidémique* du docteur Nivet, J.-B. Baillère, Paris, 1873. — *Considérations sur les diverses espèces de goitre observées dans le département du Puy-de-Dôme*, publiées dans le compte rendu de la 5e session de l'Association pour l'avancement des sciences, Paris, 1877.

diverses influences peuvent donner lieu à des fluxions de nature rhumatismale.

L'aménorrhée et la grossesse favorisent d'une manière manifeste l'action des causes goitrigènes ; elles sont en outre des causes d'aggravation de l'engorgement thyroïdien préexistant. L'accouchement, les quintes de toux, les efforts de toutes espèces, peuvent déterminer une dilatation des veines thyroïdiennes, quand le goitre existe déjà.

Certaines surexcitations du cœur se propageant dans les artères carotides et leurs branches, peuvent provoquer l'apparition d'un goître simple ou compliqué d'anévrysme cirsoïde des artères thyroïdiennes ou bien encore d'exophthalmie. Indépendamment des causes signalées plus haut, cette variété d'engorgement thyroïdien a été attribuée à l'hérédité, aux hémorrhoïdes, à l'hystérie, aux émotions morales, aux exercices violents, à la chorée, au rhumatisme ; nous avons observé dernièrement une femme dont le goître exophthalmique avait été occasionné par l'abus répété des boissons alcooliques.

Ces généralités suffisent pour prouver que les causes des goitres sont multiples et que la recherche d'une cause spécifique doit être rangée à côté de la recherche de la pierre philosophale.

L'étiologie du goître aigu ayant été succinctement exposée, il nous reste maintenant à indiquer les influences qui font passer cette maladie à l'état chronique.

M. le docteur Bergeron, dans le savant rapport qu'il a publié en 1875, sur les travaux des conseils d'hygiène, a parfaitement expliqué l'influence des refroidissements sur les mouvements fluxionnaires qui peuvent déterminer des engorgements rapides du corps thyroïde, des parotides, des glandes mammaires, des articulations, des ganglions lymphatiques, il a ajouté ensuite que, chez les enfants, « un simple coup de froid suffit pour provoquer une tuméfaction considérable de la région sous-maxillaire qui gagne quelquefois le cou et le haut de la poitrine et disparaît, au bout de quelques jours, sans laisser de traces ; à moins qu'il ne s'agisse de sujets scrofuleux chez lesquels l'engorgement des ganglions lymphatiques survit à la tuméfaction de leur tissu d'enveloppe. »

Nous dirons à notre tour que chez les jeunes séminaristes et les militaires qui sont assez bien logés et assez bien nourris, les goîtres aigus que l'on enveloppe avec des cravates chaudes guérissent assez vite, à moins qu'ils ne soient développés chez des sujets lymphatiques ou scrofuleux.

Si l'on admet avec M. His que les follicules ou plutôt les vésicules closes de la glande thyroïde appartiennent à cette variété de tissu que cet anatomiste a désignées sous le nom de lymphoïdes, on comprendra

très-bien que le lymphatisme bien prononcé puisse entretenir l'engorgement thyroïdien, tandis que le tempérament sanguin ou nerveux, une constitution non débilitée, doivent favoriser la résolution des goîtres aigus et récents. C'est précisément ce qui arrive chez beaucoup de militaires, de pensionnaires, de séminaristes et de collégiens, tandis que les ouvriers et les viticulteurs qui sont mal logés, mal nourris, et vivent au milieu des causes qui produisent le tempérament lymphatique, ont beaucoup de peine à se débarrasser des engorgements thyroïdiens dont ils sont atteints.

Il nous paraît évident que sous l'influence du lymphatisme le goître chronique doit se perpétuer indéfiniment jusqu'au moment où la famille sera soustraite aux causes qui déterminent cette modification fâcheuse de la constitution de l'homme. Cela est si vrai que l'émigration hors des pays goîtrigènes, que les modifications hygiéniques qui améliorent les conditions au milieu desquelles vivent les populations les plus pauvres, diminuent sensiblement le nombre des goîtreux.

Les observations de MM. Niépce, Rozan, Charvet, etc., etc., démontrent jusqu'à l'évidence l'exactitude des propositions que nous venons de formuler. Et pourtant dans beaucoup de communes où ces changements avantageux se sont accomplis, l'aménagement et la nature des eaux potables n'ont pas été modifiés (Charvet).

Le goître aigu peut-il passer à l'état chronique sans que l'individu qui en est atteint présente les symptômes du tempérament lymphatique? Cela n'est pas douteux.

Examinons d'abord ce qui se passe dans des organes autres que le corps thyroïde. Ne voyons-nous pas tous les jours des rhumatismes articulaires ou nerveux renouvelés par des refroidissements répétés passer à l'état chronique; pourquoi le même résultat ne se produirait-il pas pour l'engorgement thyroïdien d'origine rhumatismale, chez les journaliers, les viticulteurs qui sont exposés à l'action répétée des causes prédisposantes et occasionnelles du goître aigu?

D'autre part, il n'est pas exact de dire que tous les militaires qui paient leur tribut au goître épidémique se débarrassent facilement et en peu de temps, de leur maladie. Il en est chez lesquels la résolution s'est faite attendre pendant 80, 100 et même plus de 120 jours.

Ce sont surtout les goîtres observés par M. Gouget qui ont été longs à guérir. — Nous avons cherché, dans le rapport de ce médecin militaire, quelles pouvaient être les causes de cette résistance exceptionnelle. Voici un passage de cet ouvrage qui pourra nous donner la clef de cette anomalie. « Le 17 février 1861, dit ce docteur, le premier cas de goître fut envoyé à l'hôpital ; le 12 mars, un second cas nécessita la même mesure ; ces deux cas pouvaient être considérés comme spora-

diques bien que, si l'on s'en rapporte aux renseignements fournis, par les hommes entrés plus tard, il y eût déjà un certain nombre de goîtreux au régiment, puisque quelques-uns assurent *deux, trois et même quatre mois d'invasion.* »

Ainsi l'origine des goîtres traités par M. Gouget remontait à plusieurs mois, et pendant cette longue période de temps ils n'avaient pas été traités; la chronicité, dans de semblables circonstances, est facile à comprendre, ce qu'il y a de certain c'est que l'un des malades traités par M. Artigues et un autre par M. Gouget, ont été déclarés incurables et renvoyés chez eux avec des congés de réforme.

Ce n'est pas, comme on le voit, une chose toujours facile que de guérir le goître épidémique.

Telles sont à notre avis les causes des diverses espèces de goitres chroniques; à l'origine, les individus sains qui sont venus s'établir dans les communes que nous appellerons goîtrigènes, ont d'abord subi l'influence des causes prédisposantes et occasionnelles du goître aigu; ceux qui étaient bien nourris, bien logés, bien vêtus ont résisté à ces influences, les autres plus pauvres, vivant au milieu des conditions hygiéniques mauvaises qui produisent le lymphatisme, ont été atteints d'engorgements thyroïdiens qu'ils ont négligé de traiter, et cette maladie est passée à l'état constitutionnel et héréditaire.

En résumé : l'habitation dans des vallées profondes, boisées ou humides, les alternatives répétées de chaleurs fortes et de refroidissements brusques, auxquels sont exposés les habitants des villages bâtis sur les pentes ou les sommets des collines battues par les vents intenses et froids qui ont franchi les montagnes, les conditions hygiéniques mauvaises au milieu desquelles vivent certaines classes de la société, l'hérédité, le tempérament lymphatique, l'anémie, le rhumatisme, l'aménorrhée, la grossesse, l'accouchement, l'action répétée des causes occasionnelles et prédisposantes, l'emploi tardif des remèdes, telles sont à notre avis les causes principales de la transformation du goître aigu en goître chronique, héréditaire et endémique.

M. le Dr L.-Henry PETIT

SUR LES OPÉRATIONS PALLIATIVES CHEZ LES CANCÉREUX.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 27 août 1878.* —

Des observations recueillies, M. PETIT conclut que la mort survenue rapidement après des opérations palliatives pratiquées sur des sujets cancéreux paraît avoir été causée souvent parce qu'ils étaient atteints de lésions viscérales graves au moment de l'opération. Par contre, ceux qui ont survécu assez longtemps pour justifier la légitimité de l'intervention chirurgicale, ont été en général opérés de bonne heure, et il est probable que leurs viscères étaient encore intacts à cette époque.

Ainsi, pour obtenir de bons résultats dans les opérations palliatives chez les cancéreux, il faut les pratiquer de bonne heure, avant que les viscères internes soient envahis, soit par le cancer, soit par d'autres altérations communes à tous les cachectiques, comme la dégénérescence graisseuse du foie et la pneumonie.

La mortalité si considérable après les opérations de gastro-stémie chez les cancéreux a pour cause principale, outre la dégénérescence viscérale (27 sur 31), l'épuisement consécutif à l'inanition ; mais au point de vue de la nocivité, la prééminence doit être accordée aux lésions viscérales.

DISCUSSION

A propos de l'alimentation des malades, et des cancéreux en particulier, par les lavements alimentaires, M. DAREMBERG cite le cas d'un malade qu'il alimente depuis sept mois avec des lavements contenant des aliments préalablement soumis à une digestion pancréatique artificielle.

M. DUJARDIN-BEAUMETZ croit que ce n'est qu'exceptionnellement que l'alimentation par la voie rectale peut être aussi prolongée; il a pu soutenir pendant huit jours une malade à laquelle il faisait avaler de la viande crue, et qui rendait cette viande digérée par les sucs de l'estomac et transformée en chyme; on injectait ensuite le liquide dans le rectum. Mais bientôt sont survenus des phénomènes de rectite, et la malade n'a pu tolérer davantage le lavement.

M. DAREMBERG fait remarquer que les substances introduites dans l'estomac et qui y ont subi la digestion sont acides, et comme telles suffisent à irriter la muqueuse rectale; il ajoute que chez les cancéreux, notamment, les acides de l'estomac ne sont pas les acides normaux, mais bien des acides de fermentation, butyrique, sarco-lactique, etc. Enfin il faut injecter des peptones et amener la tolérance du rectum par l'addition de quelques gouttes de laudanum au mélange.

M. Dupré demande s'il ne serait pas possible d'utiliser les fistules gastriques des animaux pour alimenter les malades par la voie rectale.

M. Petit connaissait la préparation de Lobe, très-employée en Allemagne; mais dans deux cas qui lui ont été communiqués, il a été impossible d'obtenir une alimentation prolongée au delà de huit jours.

M. le Dr CHASSAGNY

De Lyon.

APPAREIL DE COMPRESSION MÉTHODIQUE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 27 août 1878. —

L'auteur rappelle les avantages incontestés de la compresion en chirurgie et les difficultés que présente la compression méthodique uniforme. Les appareils qu'il présente sont destinés à obvier à cet inconvénient; ce sont de véritables manchons formés de deux lames de caoutchouc soudées sur les bords de l'appareil et séparées dans tout le reste de la surface; on introduit l'air ou l'eau à l'aide de tubes.

M. MARCÉ

De Nantes.

PRÉSENTATION D'UN NOUVEL APPAREIL DIT PESSAIRE A REDRESSEUR GRADUÉ

— Séance du 27 août 1878. —

Je vous présente, messieurs, un pessaire qui me paraît devoir combler une lacune existant dans le traitement des déviations utérines.

Cet instrument est surtout applicable aux cas d'antéversions et rétroversions, ainsi qu'aux cas d'antéflexion et de rétroflexion. Il a pour objet d'introduire dans le traitement des déviations de l'utérus, *la même méthode, la même progression, la même prudence,* que le médecin emploie habituellement quand il se trouve en présence d'une affection quelcon-

que, nécessitant un traitement mécanique, ou susceptible d'en retirer quelque avantage.

Telle est l'idée qui m'a conduit à imaginer l'appareil suivant, pour la réalisation duquel j'ai été guidé par M. Leneveu, ingénieur civil à Nantes. Cet instrument est constitué ainsi qu'il suit :

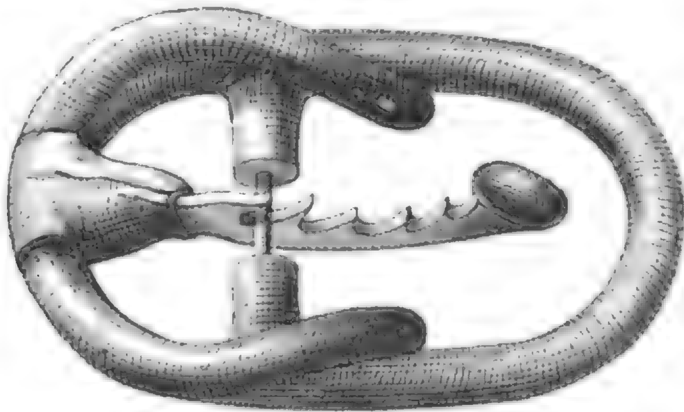


Fig. 62. — Pessaire à redresseur gradué (rond) à l'état de repos, avant l'introduction.

Description sommaire. L'appareil se compose de deux branches ; dont l'une mobile, sur l'autre, s'en écarte de la distance voulue, grâce à une crémaillère à ressort qui maintient l'écartement.

Branches. L'une des branches de l'appareil, dite branche de soutien, est destinée à servir de point d'appui. Grâce à elle, l'appareil se trouve fixé dans la cavité vaginale, prenant point d'appui en avant, au niveau de la symphyse pubienne, et en arrière, sur la paroi postérieure de la cavité vaginale. Cette branche, légèrement excavée en avant pour ménager le passage de l'urèthre, et légèrement rentrée en arrière pour ne pas comprimer le rectum, doit être suffisamment souple pour pouvoir être adaptée aux dimensions du vagin dans lequel elle doit se maintenir sans être gênante.

Elle peut d'ailleurs avoir une forme ronde, fig. 62, ovoïde, ou en selle, fig. 63. Cette dernière forme nous semble plus commode pour avoir un point d'appui dans de bonnes conditions.

Cette branche est munie, et c'est en cela qu'elle diffère des pessaires ordinaires, d'une tige transversale mince, unissant son côté droit à son côté gauche, et située à deux centimètres environ de l'extrémité antérieure ou postérieure.

Cette branche est la *branche passive*.

La seconde branche, placée au-dessus est la *branche active*, ou de redressement. Elle est égale en longueur à la moitié environ de la branche de soutien, elle est superposée à cette moitié, sur laquelle elle s'appuie intimement à l'état de repos, et dont elle s'écarte à l'état d'action.

Les deux points d'attache situés vers le milieu de la branche de soutien, sont constitués par deux petites articulations mobiles.

Au milieu de son extrémité arrondie, antérieure ou postérieure suivant le cas, vient se fixer par l'intermédiaire d'un ressort une crémaillère à petites dents, crémaillère qui s'agrafe constamment sur la tige transversale indiquée plus haut.

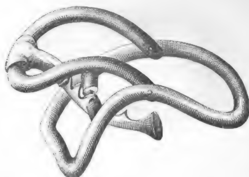


Fig. 63. — Pessaire à redresseur gradué (en selle) à l'état d'action après l'introduction.

Crémaillère. Cette crémaillère à petites dents, au nombre de six environ, appuie constamment et s'agrafe d'elle-même, grâce à un ressort sur la tige transversale. La courbure de la crémaillère est calculée de façon qu'à l'état de repos, elle soit dans le même plan que les branches et ne gêne pas l'introduction, et qu'à l'état d'action, c'est-à-dire après l'écartement des branches, elle ne soit en contact ni avec le col utérin ni avec la muqueuse vaginale.

La crémaillère est terminée en bas par un bouton sur lequel le doigt du médecin appuie pour détruire momentanément l'agrafage, opérer l'écartement des branches et amener le redressement. Grâce à la même pression, légèrement modifiée dans sa direction, le médecin peut, toujours *avec un seul doigt* introduit dans le vagin, ramener la branche active au contact de la branche passive.

Les dents de la crémaillère permettent de graduer le redressement; et l'on pourrait les comparer aux trous d'une filière destinée à mesurer le volume des bougies uréthrales.

Ressort. Le ressort est la partie la plus délicate et la plus utile de l'appareil. Placé au point de jonction de la crémaillère avec la branche active, et faisant lui-même la jonction, il remplit deux rôles.

Son premier rôle est, grâce à une tension acquise à l'avance, de forcer l'engrenage des dents de la crémaillère sur la tige transversale, de façon à s'opposer à un déplacement quelconque sous l'influence d'un effort.

Son second rôle, et ce n'est pas le moins important, est de rendre souple le contact entre l'utérus et la branche active, qui le redresse.

Faisons remarquer encore que l'effort supporté par cette branche active vient se répartir vers le milieu de la branche passive, grâce aux points d'attache de ces deux branches entre elles. Par conséquent, il n'y a pas augmentation de pression aux deux extrémités de la branche de soutien, ce serait plutôt le contraire.

Telle est la description de ce petit appareil, dont on comprend aisément le fonctionnement, et de la structure duquel je n'ai pas besoin de parler ici.

Il me semble présenter de bonnes conditions d'application, et permettre de réaliser le désir que je formulais au commencement de cette note, c'est-à-dire : introduire dans l'application des pessaires de la méthode, et soumettre le traitement mécanique des déviations utérines aux mêmes règles que celles généralement usitées dans la plupart des cas analogues; arriver, en un mot, à réaliser dans le traitement de ces déviations un progrès dont personne ne pourrait contester le besoin.

M. le Dr DELMAS

De Bordeaux.

SUR LES APPLICATIONS THÉRAPEUTIQUES DU FROID ET DE LA CHALEUR (1)

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. Franck donne lecture de ce mémoire.

DISCUSSION

M. Chapmann rappelle les avantages multiples qu'on peut retirer de l'application du froid sur la colonne vertébrale. Au moyen de ces applications, on peut obtenir le relâchement des muscles involontaires; on active la circulation périphérique et par conséquent la chaleur. On obtient encore d'excellents effets contre l'élément spasmodique dans la méningite cérébro-spinale, dans les névralgies et les hypéresthésies.

(1) Voir *Bulletins* de l'Académie de médecine, 1878.

M. PENNÈS

Pharmacien à Paris.

PRÉSENTATION D'UNE PRÉPARATION ANTISEPTIQUE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 27 août 1878. —

M. Pennès communique le résultat de ses recherches sur l'action d'un liquide conservateur et antiputride auquel il a donné le nom de vinaigre antiseptique. Il montre des pièces anatomiques conservées par son procédé et qui ont en effet le caractère de tissus parfaitement indemnes de toute putréfaction. Le vinaigre de M. Pennès a été employé avec succès dans les hôpitaux comme désinfectant, ainsi qu'en fait foi un opuscule déposé sur le bureau. Sur la demande du bureau, M. Pennès communique la formule de son liquide conservateur :

Acide salicylique.	300 gr.
Acét. d'alumine.	300
Alcoolée onc. d'Eucalyptus globulus	1.000
— de Verveine —	9.000
— de Lavande —	1.000
— de Benjoin —	100
Acide acétique 8°.	1.000

M. le Dr VIEUSSE

Médecin-major au 92e de ligne.

DE LA COMMUNICATION ENTRE LA CAVITÉ ARACHNOIDIENNE ET LA CAPSULE DE TÉNON

— Séance du 27 août 1878. —

Dans les annales de la médecine, on n'avait jamais constaté, je crois, la communication accidentelle entre la cavité arachnoïdienne et la capsule de Ténon.

Pour la première fois peut-être, on a pu saisir sur un sujet, les effets de cette communication, son influence sur l'organe de la vue.

Dès le lendemain de son arrivée au corps, se présentait à notre visite le nommé Brachet, soldat au 34me régiment d'artillerie, affirmant

que, de son œil gauche, la vue s'était considérablement affaiblie. En effet, en examinant avec attention le malade, on était frappé de la différence d'aspect que présentaient les deux yeux. L'œil droit a l'apparence normale; le globe oculaire de l'œil gauche enfoncé dans l'orbite aux abords très-saillants, aux culs-de-sacs conjonctivaux presque effacés, laisse voir de côté, par son retrait en arrière, une conjonctive très-pâle.

Posant le doigt sur le globe de l'œil dans une pression légère, vous sentez l'organe solide fuir, se dérober et se sauver dans le fond de l'orbite, sans déterminer aucun phénomène de compression cérébrale. Dans les deux yeux, le mouvement est normal et identique, pas de déviation, jamais une vue double.

De cet examen il résulte que, dans l'œil gauche, le tissu graisseux de l'orbite a été résorbé; on dirait un simple amaigrissement, semblable à celui des vieillards.

Autre fait. L'œil change de place suivant la position de la tête. Est-elle horizontale? L'œil s'enfonce dans l'orbite. Penché en avant, l'œil se congestionne et la vue disparait. Voilà ce que nous affirmait le malade. Devant nous l'épreuve fut faite.

Brachet baisse la tête, reste quelques secondes dans cette position, et la relève vivement.

Alors l'œil devient saillant, et à la boursoufflure des paupières, à la congestion de la conjonctive, on croirait à une exophthalmie complète. Cet état disparaît vite et l'œil reprend son aspect primitif.

Pendant l'expérience, il nous a été impossible, en appliquant le doigt sur le globe de l'œil, de découvrir ni battements, ni pulsations. Plusieurs fois répétée sans douleur ni fatigue, l'expérience donne toujours les mêmes résultats.

De l'aveu du malade, rien du côté du cerveau. Un jour, il y a quatre ans environ, il éprouve une défaillance de quelques minutes : quand il reprend connaissance, le mal est déclaré.

Brachet attribue l'accident à son état de charpentier, qui l'obligeait aux nombreux mouvements de tête que la profession exige. L'ophthalmoscope a permis de rectifier certaines assertions du malade et de reconnaître que, dans la situation horizontale, la vue est normale à gauche.

Pour attirer l'attention de la docte assemblée sur cette observation très-intéressante, nous avons cru devoir la recueillir et la discuter.

« Nous ajoutons que lors de son inspection médicale à Angoulême, M. Legouest a constaté avec nous tous les symptômes que nous venons de décrire et accepté l'hypothèse d'une communication de la capsule de Ténon avec la cavité arachnoïdienne, comme seule capable d'expliquer les phénomènes qui viennent d'être décrits. »

En ce qui nous concerne, nous ne voyons pas trop les objections qui pourraient s'élever contre cette interprétation.

Pourrait-il venir à l'esprit de l'observateur qu'une tumeur solide de l'orbite puisse amener de semblables symptômes? Il en est de même de toute tumeur liquide, qui n'aura d'autre effet, en se développant dans la cavité orbitaire, que de produire une exophthalmie, à laquelle viendra s'ajouter, dans la plupart des cas, une déviation du globe oculaire et, comme conséquence, il y aura diplopie. Rien de tout cela ne s'est présenté chez notre malade.

Reste à examiner si le trou optique et la fente sphénoïdale ne forment pas une seule et grande ouverture à travers laquelle le tissu graisseux de l'orbite sort et rentre dans le crâne dans les différents mouvements qu'il exécute.

Nous croyons ne pouvoir pas nous arrêter à cette idée, vu l'époque de l'apparition de l'affection. Si les choses se trouvaient dans cet état, elles seraient le résultat d'un arrêt de développement survenu pendant la période fœtale, et la maladie aurait débuté dans le jeune âge, si ce n'est dès la naissance, au lieu de se produire il y a seulement quatre ans.

Il nous faut donc accepter la communication accidentelle de la cavité arachnoïdienne et de la capsule de Ténon, comme rendant un compte exact des phénomènes présentés par Brachet.

De cette manière, tout s'explique. Le liquide encéphalique, dans son mouvement d'entrée et de sortie dans la capsule de Ténon, frotte, use la graisse qu'elle renferme et produit l'amaigrissement qui se traduit, lorsque la tête est horizontale, par la saillie du pourtour orbitaire.

Par contre, lorsque le malade vient à pencher la tête en avant, le liquide vient en grande quantité dans la capsule, presse sur le globe oculaire et produit l'exophthalmie.

Il nous reste encore à déterminer le point où la communication a pu se faire et comment elle s'est produite.

La cavité de l'orbite communique avec le crâne par deux ouvertures naturelles ; le trou optique qui livre passage au nerf de ce nom et à l'artère ophthalmique; la fente sphénoïdale qui laisse passer la veine ophthalmique avec les différents nerfs qui vont se répandre dans les organes qui s'y trouvent renfermés.

Il est probable, nous dirons mieux, il est certain, que c'est à travers la fente sphénoïdale que l'ouverture s'est faite; car le nerf optique suffit à lui seul pour fermer complétement l'ouverture par où il s'échappe du crâne; tandis que la fente sphénoïdale a une ouverture qui n'est pas complétement fermée par les organes qui la traversent.

De plus, la veine ophthalmique n'ayant pas toujours le même volume, suivant que l'activité plus ou moins grande de la circulation augmente

ou diminue, il a pu se faire que le calibre de ce vaisseau soit devenu plus petit, et, dans cet état, une moins grande résistance aura pu être apportée au liquide, qui alors a forcé le passage et a pénétré dans la capsule de Ténon.

Dans cette communication, nous avons eu seulement pour but de faire connaître un fait qui se présente rarement, d'en étudier les symptômes et les conséquences.

M. le Dr G. NEPVEU

SUR LE SQUIRRHE DU TESTICULE (1)

(EXTRAIT.)

— Séance du 27 août 1878 —

Cette forme du cancer a été niée par M. Rindfleisch et mise en doute par de nombreux pathologistes. M. NEPVEU a pu en trouver six exemples bien avérés dans la littérature médicale française et étrangère. (A. Cooper 2 cas, Curling 2 cas, Dolbeau 1 cas, Klebs 1), lui même en avait publié un exemple avec M. Maunoury, 1871. Depuis, il a pu en observer 2 nouveaux faits. Total, 9 observations.

S'appuyant sur l'observation microscopique qu'il a pu faire lui-même deux fois, sur celles qu'ont faites Robinet Klebs, il pense que l'existence du squirrhe du testicule est indéniable et à l'aide de toutes ces observations, il décrit avec détails les signes *particuliers* à cette lésion : petit volume, dureté ligneuse, faible sensibilité ; marche très-lente en moyenne de 2 à 6 ans. L'auteur insiste sur les erreurs commises au point de vue diagnostique, et fait remarquer qu'à la période de généralisation, 3 fois la tumeur ganglionnaire prévertébrale a été prise pour un cancer profond de l'abdomen.

M. le Dr DUPRÉ

De Paris.

PRÉSENTATION DE BANDAGES SPÉCIAUX POUR LA CONTENTION DES HERNIES INGUINALES ET CRURALES

— Séance du 27 août 1878. —

(1) *Archives générales de médecine*, février et mars 1879.

M. le Dr CHIBRET

De Clermont-Ferrand.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'HISTOIRE DU GLAUCOME

— *Séance du 28 août 1878* —

Une des plus belles découvertes de l'ophthalmologie moderne est assurément la découverte de la curabilité du glaucôme par l'iridectomie. Des milliers de malades voués à la cécité doivent à l'illustre de Græfe la conservation plus ou moins parfaite de leur vue.

Toutefois, dans bon nombre de cas et particulièrement dans la forme chronique de l'affection, la vision baisse après l'opération, sans disparaître et les malades, tout en conservant la vue, ne peuvent lire, voient confusément les objets et semblent avoir perdu quelque chose de leur acuité en se soumettant à l'iridectomie.

On attribue cette diminution de l'acuité aux progrès de l'affection et on laisse les malades dans cet état.

Ayant étudié de près des cas de ce genre, je suis arrivé à reconnaître que l'abaissement de la vue est plus apparent que réel et qu'au lieu d'être le fait de l'affection il reconnaît pour cause l'iridectomie. L'opération retire d'une main, en quelque sorte, ce qu'elle donne de l'autre. Tout en sauvegardant la rétine elle altère les conditions de la réfraction oculaire et sauve la vue en la rendant imparfaite. Il faut donc ajouter à l'iridectomie des verres convenables pour ramener l'acuité à ce qu'elle était avant l'opération.

Les deux observations suivantes font foi de ce que j'avance : je les donne sous forme de tableau afin de les rendre plus claires ; les chiffres parlent plus éloquemment quand ils sont alignés que lorsqu'ils sont semés au milieu du discours.

MADEMOISELLE H. OD (ŒIL DROIT)

DATES	OBSERVATIONS	ACUITÉ
7 juillet 1877.	Avant l'iridectomie	S = 1/10e
31 juillet 1877.	Après l'opération.	S = 1/20e
21 nov. 1877.	Poussée manifeste de Glaucôme	S = 1/20e
9 avril 1878.	Etat meilleur.....	S = 1/20e
9 avril 1878.	Avec 85° — 3.75 175° + 1........	S = 2/7e
11 avril 1878.	Après deux paracentèses dans le méridien horizontal avec 85° — 3.75	S = 1/2
14 juin 1878.	Après deux nouvelles paracentèses dans un méridien voisin de l'horizontale..	S = 2/3 dif.
17 juin 1878.	Après deux nouvelles paracentèses dans un méridien voisin de l'horizontale.....	S = 2/3
12 août 1878.	Avec 85° — 3.75 175° + 1........	S = 2/3 dif.

MADEMOISELLE H. (O. G.)

DATES	OBSERVATIONS	ACUITÉ
7 juillet 1877	Avant l'iridectomie	S = 2/3
31 juillet 1877	Après l'iridectomie	S = $2/5^e$
21 nov. 1877	Sans modification	S = $2/5^e$ dif.
9 avril 1878	Un peu de tension	S = $1/5^e$
9 avril 1878	Avec 100° — 3.25.	S = 2/3
14 juin 1878	Poussée glaucomateuse avec ou sans verres......	S = $1/10^e$ dif.
17 juin 1878	Après deux paracentèses dans le méridien horizontal..	S = $1/10^e$ dif.
19 juin 1878	Après deux nouvelles paracentèses dans un méridien voisin de l'horizontale et avec 90° — 3.25......	S = $2/7^e$ dif.
12 août 1878	Poussée glaucomateuse cornée très-trouble..........	S = $1/10^e$
14 août 1878	Par ésérine et deux paracentèses dans dans le point du limbe symétrique à l'incision pratiquée pour l'iridectomie avec 100° — 3.25............	S = $2/7^e$

MONSIEUR Z. (O. D.)

DATES	OBSERVATIONS	ACUITÉ
2 octobre 1877.	Sept jours après l'attaque........	S = $1/10^e$
21 octobre 1877	Avant l'iridectomie	S = 2/3
28 octobre 1877	Après l'iridectomie	S = $1/10^e$
6 nov. 1877.	Bon état..........	S = $2/5^e$
13 nov. 1877.	A la suite d'une petite poussée glaucomateuse provoquée par des exercices gymnastiques violents	S = $1/10^e$
4 nov. 1877.	Après deux sangsues à l'anus....	S = $1/5^e$
20 nov. 1877.	Etat meilleur.....	S = 1/2 dif.
28 nov. 1877.	Bon état.........	S = $2/5^e$
30 mars 1878.	Bon état..........	S = $2/5^e$
30 mars 1878.	Avec 90°—2......	S = 2/3
26 juillet 1878.	Avec 105° — 2.50.	S = 2/3

MONSIEUR Z. (O. G.)

DATES	OBSERVATIONS	ACUITÉ
5 octobre 1877	Pendant la poussée de glaucôme de l'O. D............	S = 1
24 octobre 1877	Augmentation de tension..........	S = 2/3
31 octobre 1877	Tension, continue d'augmenter.....	S = $2/5^e$
3 nov. 1877.	Deux jours après l'iridectomie.....	S = $2/7^e$
27 mars 1878.	Poussée glaucomateuse à la suite d'une ascension précipitée au Puy-de-Dôme	S = $1/10^e$
38 mars 1878.	Mieux............	S = $1/10^e$
30 mars 1878.	Avec 90° — 2.....	S = $2/7^e$
26 juillet 1878.	Avec 75° — 1.25 75° — 1.25..........	S = 2/3 dif.

Comme je l'ai déjà dit, la conclusion évidente de ces faits est que l'iridectomie a sauvegardé l'intégrité du nerf optique et de la rétine tout en permettant une déformation des milieux réfringents, suivie d'astigmatisme. Une excavation de la cornée au niveau de la cicatrice (*locus minoris resistentiæ*) a remplacé l'excavation du nerf optique.

Je crois qu'indépendamment du fait clinique et pratique nouveau, la

discussion des causes de l'astigmatisme est de nature à jeter un grand jour sur le mode d'action de l'iridectomie dans le glaucôme.

La théorie actuellement en faveur est celle de la filtration scléroticale. Cette théorie, très-ingénieuse assurément, séduit par sa simplicité et cadre bien avec les données de l'anatomie et de la clinique. Elle se trouve résumée dans ces quelques lignes empruntées au *Traité de thérapeutique oculaire* de de Wecker. « Ce qui me paraît pour le moment démontré, c'est que le glaucôme résulte d'une entrave apportée à la filtration, que l'opération du glaucôme doit, pour qu'elle soit efficace, être exécutée dans la grande zone de filtration, la voie de Leber, que cette opération rétablit la filtration et assure l'équilibre entre la sécrétion et l'excrétion de l'œil. En outre, il me semble prouvé que l'incision de l'iris ne joue ici aucun rôle ; mais ce qui reste encore à découvrir, c'est si le rétablissement de la filtration s'opère au moyen de la section, en facilitant le déversement directement au dehors (cicatrice à filtration), ou dans le courant veineux, ou enfin dans ces deux sens à la fois. »

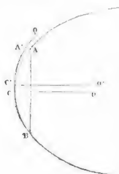


Fig. 64.

Une théorie, pour être bonne, doit non-seulement expliquer les faits connus, mais encore être prête à rendre compte des faits nouveaux.

Mettons celle de de Wecker à l'épreuve et appliquons-la à l'explication de l'astigmatisme. La distension de la cicatrice scléroticale, cédant devant la persistance de l'augmentation de pression, donnera lieu à un refoulement en avant du segment supérieur du méridien vertical de la cornée, et par conséquent à une augmentation du rayon de courbure de ce méridien. Il en résultera évidemment de l'hypermétropie de ce méridien. La figure 64 rend compte de ce qui se passe. Elle représente le méridien vertical de la cornée agrandi de cinq fois. Il suffit d'y jeter un coup d'œil pour voir que la courbure normale AB de l'ellipse cornéenne, devenant (par le refoulement en avant de la cicatrice Q) la courbure A'B, le rayon OC devient le rayon O'C', plus grand que OC.

Quant au méridien horizontal, la figure nous montre également qu'il n'est pas sensiblement modifié et que sa réfraction doit rester ce qu'elle était.

Ainsi, nous trouvons, d'après la théorie de de Wecker, que l'astigmatisme devrait être simple hypermétropique dans le méridien vertical. Or, dans la réalité, nous avons un astigmatisme simple myopique dans le méridien horizontal ; susceptible de devenir mixte ou composé myopique sous l'influence des variations de la pression intraoculaire, mais

avec permanence d'un excès de réfraction dans le méridien horizontal. Le fait contredit complètement la théorie: aussi je n'hésite pas, malgré mon respect pour son auteur, à rechercher une explication qui rende compte en même temps des faits anciennement connus et des faits nouveaux. D'autant mieux que la théorie de de Wecker, en niant l'utilité de l'iridectomie, tend manifestement à nous ramener aux « ponctions pratiquées à travers la sclérotique » par Desmarres il y a plus de trente ans.

De Wecker, condamnant l'incision irienne, n'envisage que deux éléments : 1° la pression; 2° la cicatrice scléroticale. Ne trouvant pas avec ces deux facteurs une explication convenable de l'astigmatisme, j'ai cherché à faire intervenir le troisième facteur, la cicatrice de l'iris, assimilant cette cicatrice à celle de la sclérotique, je pense qu'elle joue, à l'égard des échanges de liquide entre la choroïde et la chambre antérieure, le même rôle que la cicatrice scléroticale doit remplir dans l'excrétion de la chambre antérieure.

Mes deux observations et toutes les observations similaires seront l'expression d'une cicatrice irienne suffisante à faire passer dans la chambre antérieure l'excès de pression du corps vitré ; mais elles seront en même temps l'expression d'une cicatrice scléroticale insuffisante à assurer le versement du trop plein accumulé dans la chambre antérieure.

Il est clair que, dans ces conditions, la rétine et le nerf optique pourront être conservés relativement indemnes, tandis que la cornée et la cicatrice scléroticale seront distendues par la pression. La cornée cède surtout au centre, où son minimum d'épaisseur fournit un minimum de résistance. De là, augmentation de courbure, et partant myopie du méridien horizontal.

Dans le méridien vertical, les mêmes causes donneraient les mêmes effets si n'était l'action de la cicatrice scléroticale, qui, comme nous l'avons vu, offre également un minimum de résistance, augmente le rayon de courbure et rend hypermétrope ce méridien: l'hypermétropie et la myopie se compensent à peu près et il ne reste qu'un astigmatisme simple myopique du méridien horizontal. Toutefois, pour le méridien vertical, il y a légère tendance à l'hypermétropie quand la tension augmente, à la myopie quand elle diminue. Enfin, d'une façon générale, le méridien vertical de la cornée tendra vers la myopie ou vers l'hypermétropie selon que la cicatrice scléroticale sera plus ou moins résistante que le centre de la cornée.

On peut donc rendre compte non-seulement de l'astigmatisme, mais encore de ses variations.

Je termine en déduisant une indication thérapeutique qui s'impose si notre nouvelle théorie est bonne.

C'est dans les cas où l'on trouvera l'astigmatisme sans diminution de l'acuité qu'il importera de recourir à la sclérotomie ou aux paracentèses. J'en ai fait l'essai sur un de mes malades; sans être complétement édifié sur leur valeur, je crois à leur utilité et à la possibilité de les multiplier avec avantage tant que l'affection n'étant pas arrêtée, il reste un point de la voie de Leber non transformé en cicatrice à filtration. Alors seulement on a le droit de désarmer devant les formes de glaucôme sur lesquelles je viens d'appeler l'attention dans ce travail.

M. le Dr Benjamin MILLIOT

de Nice (Alpes-Maritimes)

DE L'EXTRACTION DES PLAIES DES PROJECTILES EN FER, EN FONTE DE FER ET EN ACIER ET DES MORCEAUX D'ARMES BLANCHES AU MOYEN DES ELECTRO-AIMANTS

(EXTRAIT.)

— *Séance du 28 août 1878* —

MESSIEURS,

Les communications sont nombreuses, vient de dire notre honorable président, et notre temps est précieux; aussi je renvoie tous ceux de vous que peut intéresser la partie théorique de ma communication aux *Archives générales de médecine, février, 1872* et au « Compte rendu du Congrès périodique international des sciences médicales de Genève 1877. » Je vais droit à la démonstration des faits, et les faits les voici :

Un jeune soldat avait reçu à la région frontale, un peu au-dessus du sourcil droit, un biscayen qui après avoir percé et fracturé l'os coronal, entre l'arcade sourcilière et la bosse frontale du côté droit, avait pénétré dans l'intérieur du crâne. Ce projectile était placé sur le sommet du lobe antérieur et droit du cerveau, la bosse orbitaire et la crête interne du même os. Malgré la grosseur de ce biscayen il ne paraissait que très peu à l'extérieur et l'ouverture qui le laissait voir n'avait pas plus de 3 à 4 lignes de diamètre; aussi avait-on fait pour l'extraire des essais et des efforts inutiles. Le blessé éprouvait un sentiment de gêne et de pesanteur extrêmement pénible à la tête; et lorsqu'il l'inclinait en arrière il tombait en syncope; il se tenait constam-

ment assis, portant la tête sur ses genoux. Le choc d'une sonde sur la portion visible du corps étranger fit reconnaître que c'était une balle de fer.

Quel parti prit Larrey, car c'est lui qui rapporte le fait (V. *Mémoires de chirurgie militaire*, vol. IV, 1817), en face de cette blessure extraordinaire ? Il agrandit les téguments de la plaie par deux incisions longitudinales, laissa à découvert tout le pourtour de l'ouverture de l'os frontal, appliqua trois petites couronnes de trépan communiquant entre elles et le trou que le biscayen avait fait, coupa les angles osseux qu'elles laissaient et à l'aide d'une forte pince et d'un élévateur il fit l'extraction du biscayen qui pesait sept onces. Le blessé guérit.

Qu'aurait fait aujourd'hui dans un cas semblable l'illustre chirurgien du premier empire? Il aurait pris un électro-aimant et aurait fait l'extraction du projectile sans agrandissement de la plaie, ainsi que vous le voyez dans l'expérience que j'ai l'honneur de faire devant vous sur la tête d'un cadavre et qui est la répétition aussi exacte que possible du cas rapporté par lui.

Inutile d'insister sur l'extraction des fragments des corps paramagnétiques des plaies par armes à feu. J'enfonce, comme vous le voyez, dans l'épaisseur du bras d'un cadavre un éclat d'obus et le retire au moyen des sondes adaptées à mes électro-aimants.

Dans des expériences que je fis en 1872 dans le laboratoire du professeur Gubler, devant le Dr baron Larrey, j'enfonçai dans la poitrine d'un cadavre un bout de bayonnette et l'extrayai facilement. J'extrayai avec la même facilité les bouts de sabre, de couteau, etc.

Règle générale : plus les corps paramagnétiques sont volumineux et plus facilement je m'en rends maître ; par contre, plus ces corps sont petits et moins les électro-aimants ont d'action sur eux. Exemple : les petits bouts d'aiguille enfoncés récemment et superficiellement dans la main ou ailleurs peuvent être extraits facilement au moyen des électro-aimants : mais étant donné le cas d'une aiguille entière (ou d'un bout d'aiguille tant soit peu long) et enfoncée depuis quelque temps dans les tissus du corps humain, j'avoue ne pas pouvoir en faire l'extraction avec mes appareils électro-magnétiques, par la raison qu'elle est toujours oxydée et plus ou moins rugueuse et que la section de son diamètre est trop petit. Vous avez ici la confirmation d'une loi de la nature souvent méconnue, à savoir : que l'infiniment grand est néant en face de l'infiniment petit!

Je termine, messieurs, mes démonstrations en exprimant publiquement ma reconnaissance aux professeurs Gubler et Robin, dans les laboratoires desquels j'ai pu mener à bonne fin mes expériences et entreprendre quelques autres travaux scientifiques dont j'espère vous entretenir dans nos congrès ultérieurs.

M. le Dr DOR

de Lyon
Professeur honoraire à l'Université de Berne

HYGIÈNE OCULAIRE DES ÉCOLES

— *Séance du 28 août 1878* —

M. le Dr Dor donne un résumé de ses recherches sur les affections oculaires au lycée de Lyon. Après avoir indiqué le mode d'examen il présente cinq tableaux sur le nombre et le degré des diverses anomalies de la réfraction aux différents âges. Il en résulte que, pour le lycée de Lyon, la proportion des yeux myopes est de 22,38 0/0 qui se répartissent de la manière suivante:

Élèves internes.............	32.84 0/0
— demi pensionnaires...	29.07 0/0
— externes.............	17.93 0/0

Il présente ensuite trois tableaux graphiques permettant de comparer avec les résultats obtenus à Lyon, ceux de Suisse, de Pétersbourg et de New-York. Les premiers varient de 25 à 35 0/0, Lyon vient ensuite avec 22,38, New-York n'en a que 14 0/0. Après diverses considérations sur l'influence de la race, de l'hérédité et de l'école, M. Dor présente les conclusions suivantes:

1° La fréquence de la myopie à Lyon est telle qu'il est urgent de prendre dès à présent toutes les mesures susceptibles de la combattre.

2° Une réforme scolaire est absolument nécessaire. Elle tiendra compte de tous les résultats obtenus dans les quinze dernières années sous le rapport du cubage des salles d'écoles, de leur éclairage, de leur chauffage, de leur ventilation, ainsi que du mobilier scolaire.

DISCUSSION

M. Lecadre dit que des recherches de ce genre ont déjà été faites au Havre, mais dans des limites plus restreintes, et que les résultats obtenus par M. Dor tendront certainement à leur donner une plus grande extension. Il serait à désirer que le travail de M. Dor fût connu de tous afin que l'on pût employer les mêmes moyens que lui et obtenir des résultats comparables.

M. Lecadre croit que la myopie est plus rare relativement chez les jeunes enfants qu'à un âge plus avancé, et que l'emploi du gaz dans les écoles est une cause puissante d'altération des yeux.

M. Dor répond qu'il s'est servi pour ses examens de l'ophthalmoscope à réfraction. Il pense que le gaz n'est nuisible pour la vue que s'il est mal employé ; lorsque le bec est éloigné de la tête, qu'on se sert des becs Argant et que la lumière vient de gauche, il n'en résulte rien de nuisible pour les yeux.

M. Meyer pense qu'avant peu des ordres administratifs permettront de pra-

tiquer ces examens dans toute la France. Il reconnaît la nécessité de ces recherches; cependant il ne faudrait pas se borner à un seul examen par élève; mais faire plusieurs examens répétés pendant plusieurs années, parce que tel enfant qui n'est pas myope à une époque peut le devenir au bout d'un certain temps.

M. Meyer admet non-seulement l'influence de la race sur le développement des anomalies visuelles, mais encore celle du genre de travail. C'est pourquoi il faudrait, lorsqu'on en arrivera au point de vue pratique, faire pénétrer les conseils que l'on croira bons, non-seulement dans les écoles, mais partout où les enfants travaillent, dans les familles et chez les professeurs.

M. Gubler. — Avant de tirer des conclusions pratiques des recherches faites dans les lycées, il faudrait connaître l'histoire naturelle de la myopie, telle qu'elle se manifeste chez les enfants où le travail intellectuel n'a aucune part, comme parmi ceux qui sont adonnés aux travaux des champs, ou qui ne fréquentent que les écoles du village. Cela conduirait à une étude plus profitable de la myopie.

M. Dor a eu soin de déclarer, au commencement de sa communication, qu'il n'avait pu jusqu'alors s'occuper que des institutions lyonnaises; il sait que le travail que réclame M. Gubler est fait déjà pour l'Allemagne et pour la Russie, et sa communication devant le Congrès avait pour but de provoquer de pareilles recherches en France.

M. Dagrève croit qu'il serait difficile d'obtenir des ministres compétents l'autorisation de pratiquer les examens nécessaires dans les écoles, à cause de la perte de temps qui en résulterait pour les élèves.

M. Dor répond que c'est précisément pour cela qu'il a pris la parole, persuadé qu'on tiendrait en grande considération un vœu émis par le Congrès sur cette question.

M. le Dr NIVET

Professeur à l'École de médecine et de pharmacie de Clermont-Ferrand.

PRÉSENTATION D'UN FORCEPS PERFECTIONNÉ

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878* —

M. Nivet présente à la section un *forceps* dont il a modifié les branches de façon à en faire un crochet. Après leur réunion, les deux branches de l'instrument forment une anse qui ne peut blesser ni la mère ni le chirurgien.

M. le Dr E. LANCEREAUX

Membre de l'Académie de médecine.

DES PLEURITES EN GÉNÉRAL ET DE LA PLEURITE A FRIGORE EN PARTICULIER.

— *Séance du 28 août 1878.* —

Aujourd'hui, dans beaucoup de traités classiques, la pleurésie est décrite comme une affection unique, presque toujours identique à elle-même et qui se termine tantôt par résolution, avec ou sans adhérences, tantôt par suppuration. Le type ainsi décrit est purement artificiel, et la preuve, c'est qu'il est impossible d'en déterminer à l'avance d'une façon certaine l'évolution et la durée. La pleurésie cependant, comme toutes les lésions anatomiques, présente une évolution spéciale et forme, non pas un type, mais des types multiples, si on tient compte des conditions étiologiques qui donnent lieu à cette affection ; en d'autres termes, il n'y a pas une pleurésie mais des pleurites.

Dans un travail récent nous avons classé comme il suit les pleurites ; d'abord en genres d'après la nature de l'exsudat, puis en espèces suivant la cause qui les produits :

Pleurites...	Exsudatives.....	Pleurite rhumatismale. Pleurite *à frigore*.
	Suppuratives....	Pleurite par perforation. Pleurite puerpérale. Pleurite pyémique, septicémique, etc.
	Prolifératives ou adhésives.....	Pleurite membraneuse, alcoolique, urémique. Pleurite tuberculeuse. Pleurite gommeuse.

Mon intention n'est pas de parler ici des pleurites adhésives : la différence de nature de quelques-unes au moins des espèces qui font partie de ce groupe est suffisamment connue. Je me contenterai aussi de faire remarquer qu'entre les pleurésies suppuratives l'identité est loin d'être parfaite, car il n'est pas possible de confondre, par exemple, la pleurésie par perforation du poumon avec la pleurésie puerpérale qui le plus souvent fait suite à une péritonite et résulte de la propagation de l'inflammation par l'intermédiaire des vaisseaux lymphatiques qui traversent le diaphragme. Mon unique but est de m'occuper des pleurites exsudatives et surtout de la pleurite *à frigore*.

Cette pleurésie est le type commun, l'espèce classique, pour ainsi

dire. Unilatérale, elle débute par un point de côté plus ou moins violent et bientôt apparaît un épanchement séreux qui progresse pendant quelques jours, puis s'arrête, reste stationnaire durant un certain temps et disparait enfin, le plus souvent d'une façon rapide, excepté dans les cas de terminaison fatale. A l'autopsie, on constate indépendamment de l'épanchement séro-fibrineux tenant en suspension des flocons blanchâtres, l'épaississement de la plèvre que tapissent des fausses membranes plus ou moins épaisses. L'étude histologique de cette modification du feuillet pleural va nous donner la clef de l'évolution spéciale de la pleurésie *à frigore*. Tout d'abord, les vaisseaux capillaires s'injectent, les cellules endothéliales qui tapissent la face interne de la plèvre se gonflent et tombent par places, ce qui produit le dépoli de sa surface; puis les vaisseaux lymphatiques si nombreux dans cette membrane, se gorgent d'un liquide tenant en suspension les éléments de la lymphe. Ce liquide continue de circuler pendant quelque temps, et il se coagule de telle sorte qu'il vient un moment où le réseau lymphatique se trouve obstrué par des bouchons fibrineux, comme il est facile de s'en convaincre par l'examen d'une coupe microscopique de la plèvre. Alors, l'épanchement ne peut plus continuer, il s'arrête forcément. Mais, peu à peu, les bouchons fibrineux subissent une sorte de dégénérescence granulo-graisseuse, se désagrègent, leurs détritus sont entraînés par le courant lymphatique sinon résorbés, et les vaisseaux, redevenus libres, ne tardent pas à reprendre le liquide exsudé dans la cavité pleurale; ainsi s'explique la disparition relativement rapide de l'épanchement dans la pleurésie *à frigore*.

En somme on peut distinguer dans cette pleurite trois périodes distinctes :

1° *Une période ascensionnelle* qui est de quelques jours, c'est l'état aigu, caractérisé par le point de côté, la fièvre et l'accroissement progressif de l'épanchement. Dans cette période, les vaisseaux sanguins sont congestionnés, les vaisseaux lympatiques sont libres, c'est le moment où se forme l'épanchement;

2° *Une période d'état* ou de *statu quo* qui dure plus longtemps, et dans laquelle la douleur de côté est faible, la fièvre cesse, l'épanchement reste stationnaire. Les vaisseaux lymphatiques sont obstrués et tout phénomène d'exsudation ou de résorption est devenu impossible;

3° *Une période descendante ou de résolution*, caractérisée par la diminution progressive et la disparition en quelques jours de l'épanchement séreux; les vaisseaux lymphatiques, dont le contenu s'était peu à peu modifié, étant redevenus libres, on conçoit que l'absorption de l'exsudat puisse être rapide.

Le temps que met la pleurésie *à frigore* à accomplir ce cycle est de

cinq à six semaines. Bien des fois, lorsque l'état du malade et le peu de gravité de l'affection le permettent, je n'emploie aucune médication et je puis à l'avance prédire le moment de la guérison. Il me serait possible de rapporter un grand nombre de faits pour montrer que la *pleurésie à frigore* a une évolution toute spéciale et une marche définie; mais je me contenterai de celui qui suit :

B., âgé de vingt-huit ans, maréchal-ferrant, entre dans mon service le 22 juillet 1878. Exposé par sa profession aux courants d'air, il boit, en outre, de quatre à cinq litres de vin chaque jour.

Le 7 juillet, il avait éprouvé un point de côté à la base droite du thorax, de frissons multiples, de la fièvre, accompagnée de dyspnée. Lors de son entrée, quinze jours plus tard, absence de fièvre, épanchement dans les deux tiers inférieurs de la plèvre droite; dyspnée modérée. Je me borne à nourrir le malade, convaincu que la résorption de l'épanchement se produira spontanément, un mois plus tard environ; j'en préviens mes élèves et leur annonce que toute médication serait d'ailleurs inutile.

Le 14 août, l'épanchement, jusque-là stationnaire, commence à diminuer. Le 20, il n'en existe plus trace. Cependant ces derniers jours les urines étaient devenues beaucoup plus abondantes. Le 24, le malade quitte l'hôpital.

Les autres faits que je pourrais citer ne seraient que la répétition du précédent. En résumé, la connaissance de la cause et de la nature de l'affection doit ici diriger la conduite du médecin. Dans la première période de la pleurésie *à frigore*, tant que les vaisseaux lymphatiques sont libres, il y a indication d'appliquer un vésicatoire très-large afin de modérer le travail phlegmasique et de l'arrêter s'il est possible; en tout cas, on doit combattre le point de côté. Dans la deuxième période, l'indication serait d'empêcher l'obstruction des lymphatiques, ce qui est difficile pour ne pas dire impossible; aussi toute médication est alors sans effet. Dans la troisième période, les diurétiques peuvent être utilement employés; mais ils ne sont pas absolument nécessaires, puisque la résorption s'opère en général naturellement.

Bien différente de la pleurésie *à frigore* est la pleurésie rhumatismale. Celle-ci survient le plus souvent dans le cours d'une attaque de rhumatisme articulaire aigu ; quelquefois cependant en dehors de toute lésion des articulations. Le point de côté est alors remplacé par une zone peu douloureuse, laquelle n'existe pas toujours. L'épanchement se produit d'ordinaire rapidement et s'en va de même, au bout de quelques jours ou d'une semaine; il change de place et affecte successivement les deux côtés du thorax : en somme, mobilité au lieu de fixité; durée indéterminée au lieu d'évolution définie, tels sont les signes diagnostiques de

la pleurésie rhumatismale par rapport à la pleurésie *à frigore*. Incontestablement, ces deux affections ne sont pas identiques, car le système lymphatique n'est pas atteint de la même façon dans chacune d'elles. Différentes par leur origine, par leur évolution et par leurs manifestations anatomiques, elles ne peuvent donner lieu aux mêmes indications pronostiques et thérapeutiques. Des différences aussi sensibles se retrouvent dans les pleurésies suppuratives et dans les pleurésies prolifératives; en conséquence, il n'existe pas une pleurésie mais des pleurites, et la science ne sera fixée sur la connaissance de ces affections qu'autant que les conditions étiologiques et pathogéniques de chaque type particulier auront été déterminées.

DISCUSSION.

M. Pozzi fait remarquer l'analogie qui existe entre la classification de M. Lancereaux pour les pleurites et celle de M. Gosselin pour les arthrites et les synovites.

M. Lancereaux pense que cette classification doit être étendue aux lésions de toutes les membranes séreuses, et même à celles du tissu conjonctif; l'étude de ces lésions ne sera donc pas difficile dans l'avenir; car les mêmes causes produisent sur ces divers tissus les mêmes effets, en tenant compte des différences individuelles.

M. le Dr Constantin PAUL

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

SUR UN NOUVEAU PROCÉDÉ CLINIQUE DE MENSURATION DU CŒUR.

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. C. Paul commence par donner la description des procédés employés successivement par MM. Piorry, Bouillaud, Gendrin, Barth, Roger, Racle, Jaccoud, Friedrich, Racelli, Raynaud, Burresi.

Pour rappeler plus exactement chacun de ces procédés, M. C. Paul montre des tracés schématiques de chacun d'eux accompagnés des citations textuelles de ces auteurs.

Il fait remarquer que ces procédés qui ne sont que des perfectionnements du procédé de M. Piorry offrent tous les mêmes inconvénients. Ils s'appuient presque exclusivement sur la percussion de la région cardiaque et aboutissent tous à la détermination de deux zones : l'une centrale de matité absolue qui correspond à la partie du cœur non recouverte par

les poumons, mais qui est insuffisante puisque cette matité se confond avec celle du foie.

L'autre zone périphérique de matité relative ne donne pas de mesure suffisamment précise.

M. Paul reproche, en outre, à ce procédé, de nécessiter une percussion profonde et quelquefois prolongée de l'organe malade.

Il propose de recourir au moyen suivant :

Il fait observer d'abord que la masse cardiaque forme à sa face antérieure une masse triangulaire à base inférieure presque horizontale.

La face antérieure du cœur (qui est en réalité une pyramide triangulaire) forme une surface triangulaire dont les angles et les bords sont les suivants :

1° Le bord inférieur presque horizontal produit par l'angle que forment la face antérieure et la face diaphragmatique;

2° Le bord droit ou vertical formé par le rebord externe de l'oreillette droite;

3° Le bord gauche oblique formé par le bord extrême du ventricule gauche.

Les trois angles sont les suivants :

En bas et à gauche, la pointe du cœur;

En bas et à droite, l'entrée de la veine cave inférieure dans l'oreillette droite;

L'angle supérieur, l'origine des gros vaisseaux.

Pour déterminer ce triangle, M. Paul conseille de commencer par déterminer le point correspondant à la pointe et cela par la vue, la palpation et l'auscultation.

Ce point étant trouvé, il faut déterminer ses rapports avec des points plus fixes que lui.

Ce point fixe ne peut être le mamelon quoique ce soit le point le plus ordinairement indiqué.

Cependant le mamelon ne peut servir de point de repère chez la femme, et chez l'homme même sa situation varie assez pour qu'on ne puisse l'adopter comme point de repère.

En effet, le mamelon gauche de l'homme peut se retrouver sur la troisième côte, la quatrième, et même dans le cinquième espace intercostal.

En largeur, il varie de 5 centimètres dans une étendue qui, comptée à partir de la ligne médiane varie de 8 centimètres et demi à 13 centimètres et demi. Il faut donc désigner, non pas le mamelon, mais l'espace intercostal où bat la pointe, et la distance qui sépare horizontalement la pointe de la ligne médiane du corps comme l'avait fait M. Gendrin.

Le deuxième point à déterminer est le bord supérieur du foie, en dehors

et à droite du cœur, en sachant que cette ligne de matité obtenue par la percussion sera au-dessous de la ligne réelle de 1 à 2 centimètres.

Cette ligne obtenue, on la rejoint à la pointe par une ligne légèrement convexe et l'on a ainsi le bord inférieur du cœur.

Pour avoir l'angle droit et inférieur, il faut percuter le poumon dans un sens horizontal pour trouver la matité occupée par l'oreillette. Avec une percussion superficielle, on obtient, non la matité cardiaque, mais un changement de timbre qui indique la limite de l'oreillette. On a ainsi déterminé d'une manière précise le triangle cardiaque.

Cette manière simple de mesurer le triangle cardiaque permet de se rendre compte avec la plus grande facilité des changements dans la grandeur et la position du cœur.

M. Paul cite quelques exemples :

1° Dans l'hypertrophie gauche qui accompagne les lésions mitrales, ce procédé fait reconnaître que la pointe du cœur s'abaisse tandis que l'angle droit correspondant à la veine cave ne bouge pas, si bien que l'angle gauche étant seul abaissé, le bord inférieur devient très-oblique. Quand on rencontre ce fait, on est déjà prévenu de la présence d'une hypertrophie gauche symptomatique, lésion mitrale que l'auscultation fera reconnaître.

Cette obliquité tient précisément à ce que, de tous les ligaments du cœur, la veine cave inférieure est le plus court et le plus fixement attaché. L'insertion de la veine cave au diaphragme est le point d'attache le plus ferme du cœur.

Ce point d'attache permet de comprendre en outre comment le cœur, en s'allongeant, ne se développe que du côté gauche, et chaque centimètre que le cœur gagne en longueur se traduit par un allongement égal de la ligne qui va du plan médian à la pointe du cœur.

Quand l'hypertrophie augmente, on voit donc la pointe d'abord s'abaisser puis s'éloigner de la ligne médiane; puis si le cœur droit vient à se prendre, l'angle droit correspondant à l'oreillette droite baisse à son tour, si bien que dans les grandes hypertrophies et en particulier celles qui suivent les lésions, soit de l'orifice aortique, soit de la crosse de l'aorte, la pointe du cœur est très-éloignée de la ligne médiane, son écart peut aller de 8 à 16 centimètres et quelquefois au delà; mais l'angle droit baisse à son tour et le bord inférieur du cœur n'est pas très-oblique.

Chez les gibbeux et les scoliotiques, le cœur est refoulé en haut; le bord inférieur est alors élevé et devenu horizontal, tandis que le bord vertical s'éloigne de 2 à 3 centimètres du bord droit du sternum et indique la dilatation de l'oreillette.

M. Paul indique enfin qu'il a vérifié sur le cadavre l'exactitude de ces mesures en enfonçant de longues aiguilles d'acier au niveau des points

déterminés pendant la vie, et que les points de repère indiqués se sont trouvés exacts.

M. C. Paul met sous les yeux de la section 40 dessins schématiques obtenus, comme il a été dit et destinés à montrer aux yeux les avantages du procédé qu'il a adopté.

DISCUSSION

M. Gubler ne peut entendre sans protester les assertions de M. C. Paul relatives à M. Bouillaud. Il est possible qu'à un certain moment M. Bouillaud se soit contenté de la percussion pour délimiter le cœur ; alors c'était sa première manière ; M. Gubler en connaît une autre qu'il a vu pratiquée et enseignée par M. Bouillaud alors qu'il était son chef de clinique. Dans ce procédé, avant de percuter, M. Bouillaud cherchait par tous les moyens possibles pour ne pas fatiguer le malade à se renseigner sur la situation du cœur ; puis il percutait de haut en bas, ensuite de dehors en dedans afin d'obtenir des données plus précises ; et il arrivait ainsi à constater non-seulement les limites du cœur mais sa forme. On n'avait pas ainsi la limite inférieure, mais elle dérivait des autres. Bien des fois, sur le cadavre, en enfonçant des aiguilles sur les limites de la percussion, M. Gubler est arrivé à délimiter exactement le cœur, à un ou deux millimètres près.

M. C. Paul ne veut rien enlever au mérite de M. Bouillaud, qui a été aussi son maître ; mais d'abord il sait que Piorry employait cette méthode dès 1826, et d'ailleurs à son aide, on n'obtient des indications précises que pour la partie du cœur non recouverte par les poumons.

M. Potain avoue qu'il y a une grande utilité à percuter en dehors de l'organe pour en obtenir les limites, mais il ne partage pas l'opinion de M. Constantin Paul relative au conseil qu'il donne de percuter légèrement pour obtenir le bord droit du cœur. En effet, ce bord est recouvert par le poumon; il est donc profondément situé, et dès lors pour obtenir la matité, il faut une percussion profonde.

M. C. Paul reconnaît que par tous les procédés on arrive à une détermination approximative des limites du cœur, mais il croit que par le sien on obtient une exactitude plus grande.

M. TALRICH

Statuaire, modeleur d'anatomie des Facultés de Paris et de Nancy

PRÉSENTATION DE PIÈCES ANATOMIQUES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. Talrich présente à la section plusieurs pièces anatomiques très-bien exécutées.

Parmi celles-ci on remarque : 1° Une étude nouvelle et complète de myologie humaine représentée sur quatre sujets et quelques préparations complémentaires; 2° une étude des circonvolutions cérébrales de dimensions doubles de celles de la nature, modelée d'après les indications fournies par M. Mathias Duval.

MM. les Drs LIVON & CAZENEUVE

PHYSIOLOGIE DE L'ÉPITHÉLIUM VÉSICAL (1)

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

L'urine contenue dans la vessie peut-elle être résorbée par le réservoir; des opinions diverses ont été émises sur ce sujet si important. Les uns ont admis que, pendant son séjour dans la vessie, l'urine se concentrait, d'autres que l'urine conservait entièrement sa composition. Voici quel a été le procédé opératoire de ces deux expérimentateurs dans les soixante-dix observations dont ils présentent l'analyse : ils lient le prépuce et les urèthres, laissent la vessie se dilater physiologiquement, la sectionnent en la plongeant dans de l'eau.

Si l'on prend une vessie extraite depuis vingt ou vingt-quatre heures et qu'on soumette le liquide dans lequel elle baigne à l'action de l'hypobromite de soude on voit que la réaction de l'urine s'effectue après dix ou quinze minutes. Si on examine le liquide immédiatement après l'introduction de la vessie qu'on vient de sectionner on voit que la réaction se fait beaucoup moins vite.

L'urine dialyse toujours très-vite quand on a détruit l'épithélium de la vessie. La dialyse exige quatre à cinq heures quand l'épithélium est intact. Si l'on racle la surface interne de la vessie la dialyse s'obtient après un temps

(1) Voir *Gazette hebdomadaire*, 1878, p. 621.

qui varie entre sept à dix minutes; si l'on opère sur une vessie très-distendue physiologiquement le phénomène n'éprouve pas de variation.

La température qui favorise le plus l'apparition des phénomènes est celle de 25 à 30 degrés.

Pendant la digestion, la dialyse s'opère après trois ou quatre minutes; après un jeûne elle s'effectue plus rapidement.

Lorsqu'on pratique des lésions rénales, la dialyse apparaît après vingt ou trente minutes, après les lésions nerveuses le phénomène se montre après vingt ou trente minutes. Si on intoxique un animal au moyen de la cantharide et qu'on attende que les phénomènes d'inflammation passent à l'état chronique la dialyse s'effectue au bout de vingt minutes.

DISCUSSION

M. Gubler est heureux de voir que les résultats fournis par l'expérimentation concordent avec ceux que fournit la clinique.

M. Aubert a fait des expériences analogues en se basant sur la propriété que possède l'ammoniaque de réduire le proto-nitrate de mercure. Il a exposé la main à des vapeurs d'ammoniaque, l'a lavée dans de l'eau acidulée et a remarqué que les empreintes n'existaient qu'au niveau des points où existaient des orifices glandulaires: aussi est-il de l'avis de la non-absorption des parois vésicales par suite de l'absence des orifices glandulaires.

M. le Dr ARNAUD DE FABRE

D'Avignon.

QUELQUES EXPÉRIENCES RELATIVES A L'ACTION COMPARÉE DE L'ACONITINE CRISTALLISÉE ET DE LA VÉRATRINE

— Séance du 29 août 1878. —

A la suite d'une série d'expériences faites avec l'aconitine cristallisée de Duquesnel, ayant pratiqué une injection sous-cutanée de vératrine à un lapin, je fus frappé de l'analogie des symptômes développés avec ceux de l'aconitine. Je n'ai pu encore suffisamment poursuivre la comparaison des effets physiologiques de ces deux substances médicamenteuses, et ma communication se borne à rapporter quelques faits expérimentaux, qui m'ont paru rendre saillantes certaines particularités de leur action.

Des expériences antérieures m'avaient montré parmi les effets de l'aconitine: des déglutitions réitérées, incessantes à un moment donné, et que

la volonté ne peut plus maîtriser comme je m'en suis assuré sur moi-même : une salivation abondante : des modifications dans le rythme respiratoire et les battements du cœur.

Voici les faits qui me paraissent autoriser un rapprochement :

Expérience I. — A un lapin, je pratique la section des nerfs glosso-pharyngiens droit et gauche; je laisse reposer l'animal pendant quatre heures : il boit quelques gorgées d'eau. Je lui fais alors avaler une solution d'azotate d'aconitine cristallisée (1/8 de milligramme dans un gramme d'eau distillée). Au bout d'une demi-minute, quelques déglutitions très-espacées, borborygmes, puis plus rien du côté du pharynx et de la bouche, l'animal étant observé pendant une heure. La même solution donnée en quantité moindre, à un jeune chien détermine des déglutitions incessantes, avec mastication, salivation, secouement de la tête.

Expérience II. — Chez un lapin, je sectionne les deux glosso-pharyngiens; après l'opération, l'animal lèche une serviette mouillée qui se trouve à sa portée. Deux heures après, j'injecte sous la peau du dos, un milligramme de vératrine en suspension dans un gramme d'eau distillée : agitation, quelques rares déglutitions perçues avec le doigt appliqué sur le larynx et par l'auscultation, pas de mâchonnements, pas de craquements des dents, pas de salivation, phénomènes qui se produisent toujours chez l'animal intact, la respiration est ralentie; à l'auscultation le cœur se ralentit par intervalle, au bout de 25 minutes les battements du cœur sont plus rares, la respiration très-lente avec bruit de cornage; pour combattre une syncope menaçante, j'ouvre la trachée : l'animal revient à la vie, des bulles d'air qui se développent à l'orifice de la trachée par le mélange de l'air et du mucus, montrent l'arrêt momentané de la respiration en expiration; au bout de trois quarts d'heure les symptômes s'amendent, l'animal a survécu.

Expérience III. — Chez un lapin, on fait précéder d'un quart d'heure (c'est une condition nécessaire), l'injection de vératrine, d'une injection d'un sel de morphine : il y a absence de déglutition, de mâchonnement et de salivation.

Expérience IV. — Même résultat en faisant une injection de chlorhydrate de morphine qui précède celle d'aconitine cristallisée.

La morphine m'a paru atténuer légèrement les effets de l'aconitine sur la respiration; avec elle, les efforts, l'angoisse respiratoire sont moindres; la morphine a une action atténuante moins sensible dans le cas de la vératrine qui détermine moins d'effort respiratoire.

J'ai constaté par l'auscultation, chez le lapin et chez le rat, que le ralentissement, les intermittences du cœur coïncident avec l'effort respiratoire.

Plusieurs fois à l'autopsie, pratiquée immédiatement après la cessation de la respiration, j'ai vu des contractions persistantes des ventricules et des oreillettes; la mort arrivait par l'arrêt de la respiration précédant l'arrêt du cœur.

Expérience V. — La section des pneumogastriques ne modifie pas sensiblement les effets toxiques des deux substances, elle paraît aggraver l'action de l'aconitine.

Expérience. VI. — Une injection préalable d'atropine n'entrave pas l'action de la vératrine sur la respiration, la déglutition, la salivation.

Expérience VII. — Après la section du cordon sympathique cervical chez le lapin, l'action de l'aconitine sur les vaisseaux de l'oreille a paru variable ; avec la vératrine, il y a diminution manifeste du calibre des vaisseaux comparés à ceux du côté non lésé.

Expérience VIII. — Les pigeons sont très-sensibles à l'aconitine; je n'ai jamais pu en conserver en employant les doses élevées d'aconitine en injection. Un pigeon auquel j'avais injecté de la vératrine est revenu à la vie après des accidents très-graves, mais je l'ai trouvé mort le lendemain; des rats, des lapins ont succombé consécutivement avec la vératrine, tandis qu'avec l'aconitine, lorsque les accidents aigus sont dissipés, les animaux survivent.

Dans tout ce qui précède, je ne trouve que des différences de degré entre les deux substances, et je crois que l'emploi de la méthode graphique, serait très-utile pour établir d'une manière précise la différenciation physiologique de l'aconitine et de la vératrine. Je rapporterai, en terminant, deux réactions histophysiologiques dans lesquelles ces deux corps ont agi différemment.

Expérience IX. — L'aconitine cristallisée n'a aucune action sur les infusoires ciliés paraméciens et kolpodes. La vératrine est toxique pour les paraméciens, elle ralentit leurs mouvements, les immobilise, modifie leur aspect et finalement les désagrége.

Expérience X. — L'aconitine n'exerce aucune influence sur les mouvements amiboïdes des globules du sang de l'escargot : la vératrine arrête la formation des expansions amiboïdes de ces globules observés au sein de leur sérum normal, la préparation étant très-rapidement faite.

DISCUSSION.

M. Gubler dit que l'analogie entre les deux substances a été signalée, que la salivation est le lien le plus étroit entre ces deux substances, mais ce qui l'a le plus intéressé, est l'action de la vératrine sur les cordes vocales et sur l'appareil vocal. Déjà M. Laborde avait constaté que l'aconitine produisait un spasme de la glotte avec paralysie et suffocation.

M. Arnaud de Fabre. — J'ai étudié spécialement les phénomènes qui se passent au col du larynx, c'est une sensation de grattement sur l'épiglotte qui amène irrésistiblement la déglutition.

M. S. ARLOING

Professeur à l'École vétérinaire de Lyon.

DÉTERMINATION DES POINTS EXCITABLES DU MANTEAU DE L'HÉMISPHÈRE DES ANIMAUX SOLIPÈDES. APPLICATION A LA TOPOGRAPHIE CÉRÉBRALE.

— *Séance du 29 août 1878.* —

La démonstration de l'excitabilité du manteau de l'hémisphère et de la présence de zones distinctes dont l'irritation électrique produit des effets déterminés n'est plus à fournir aujourd'hui. Depuis les recherches des initiateurs Hitzig et Fritsch, les travaux de plusieurs expérimentateurs, en France et à l'étranger, ont définitivement doté la science de cette importante conquête physiologique.

Mais si l'excitabilité de la surface du cerveau est acquise, il est incontestable qu'elle ne portera tous ses fruits que le jour où elle aura été étudiée sur tous les types cérébraux. Chaque physiologiste doit donc dans la mesure de ses moyens, contribuer à élargir le cadre de nos connaissances sur ce point. Tel est le but que j'ai poursuivi en entreprenant les recherches résumées dans cette note.

Ferrier a expérimenté sur le cerveau des singes, chiens, chacals, chats, lapins, cochons d'Inde, rats, pigeons, grenouilles, poissons; Duret, sur le cerveau du mouton. Je n'entreprends pas de citer les physiologistes ou les médecins qui ont expérimenté sur ces mêmes animaux.

Le groupe des solipèdes ne figure pas sur la liste déjà longue des espèces qui ont été soumises à l'expérimentation; cependant, ce sont des animaux, que nous pouvons suivre en santé et en maladie et dont la physiologie cérébrale acquiert, grâce à ces conditions, un intérêt qui n'échappera à personne. Aussi ai-je tenté de déterminer les points excitables des circonvolutions cérébrales de l'Ane.

J'ai choisi cet animal, parce qu'il est plus facile à contenir et à endormir que le Mulet et le Cheval.

MANUEL EXPÉRIMENTAL.

Les sujets, couchés et fixés sur une table, recevaient du chloral en injections intra-veineuses; 18 à 20 grammes d'hydrate de chloral, dan une solution au cinquième, introduits à deux ou trois reprises et avec lenteur dans les veines, suffisent ordinairement pour amener l'anesthésie.

Dès que la sensibilité est abolie, on découvre le pariétal et la partie supérieure du frontal, en enlevant la peau du front et une portion plus ou moins étendue du muscle temporal. On arrête les hémorrhagies en appliquant des ligatures et à l'aide du cautère. On attaque ensuite la boîte osseuse avec le trépan ou avec un bon ciseau à bois (j'ai donné la préférence à ce dernier) et on oblitère les sinus veineux ouverts pendant l'opération, avec de petits tampons de cire à modeler.

En prenant son temps, en donnant au besoin de nouvelles doses de chloral, on pratique une brèche à la boite crânienne, au niveau des points que l'on veut explorer, dans des conditions excellentes pour faire ensuite des excitations électriques.

Comme excitants, nous avons employé les courants induits fournis par une bobine à glissière.

Nous n'avons jamais connu exactement l'intensité de nos courants. Nous commencions par chercher l'intensité minimum pour produire une excitation, et nous l'augmentions ensuite graduellement, selon les besoins. Elle était toujours suffisante pour déterminer une vive sensation piquante sur la langue.

Bien que nous n'eussions jamais gradué rigoureusement nos courants, on ne saurait nous objecter leur extension à des points éloignés de ceux que nous voulions exciter, attendu qu'un déplacement des électrodes de 2 à 3 millimètres entraînait la cessation immédiate des mouvements engendrés par l'excitation.

Les courants étaient appliqués sur les circonvolutions avec des électrodes métalliques, très fines et très rapprochées. Jamais ils n'ont déterminé la moindre désorganisation des tissus. Les circonvolutions soumises aux excitations offraient simplement *in loco* de petites hypérémies. Après la mort de l'animal et l'ablation de l'encéphale, ces hypérémies permettraient de reconnaître les zones électrisées.

Zones excitables. — Effets produits par leur excitation.

Je me sens vraiment embarrassé pour indiquer la place des zones excitables.

Quelle nomenclature adopter? Celle de Leuret et Gratiolet ou celle de M. Broca? Malgré les savantes considérations dont le secrétaire général de la Société d'anthropologie a appuyé, dans son récent et important mémoire sur l'anatomie des circonvolutions, la topographie cérébrale qu'il a proposée, je crois qu'il convient de faire des réserves à son endroit. Je ne la substituerai donc pas à celle de Leuret et Gratiolet. Au surplus, comme il importe que je sois compris de tout le monde, j'emploierai simultanément les deux nomenclatures. D'ailleurs, les lecteurs pourront se reporter à la figure 65 et tirer de son examen un com-

plément d'informations. Sur cette figure qui représente la face latérale du cerveau de l'Ane, j'ai indiqué à l'exemple de Ferrier, les zones excitables par un numéro.

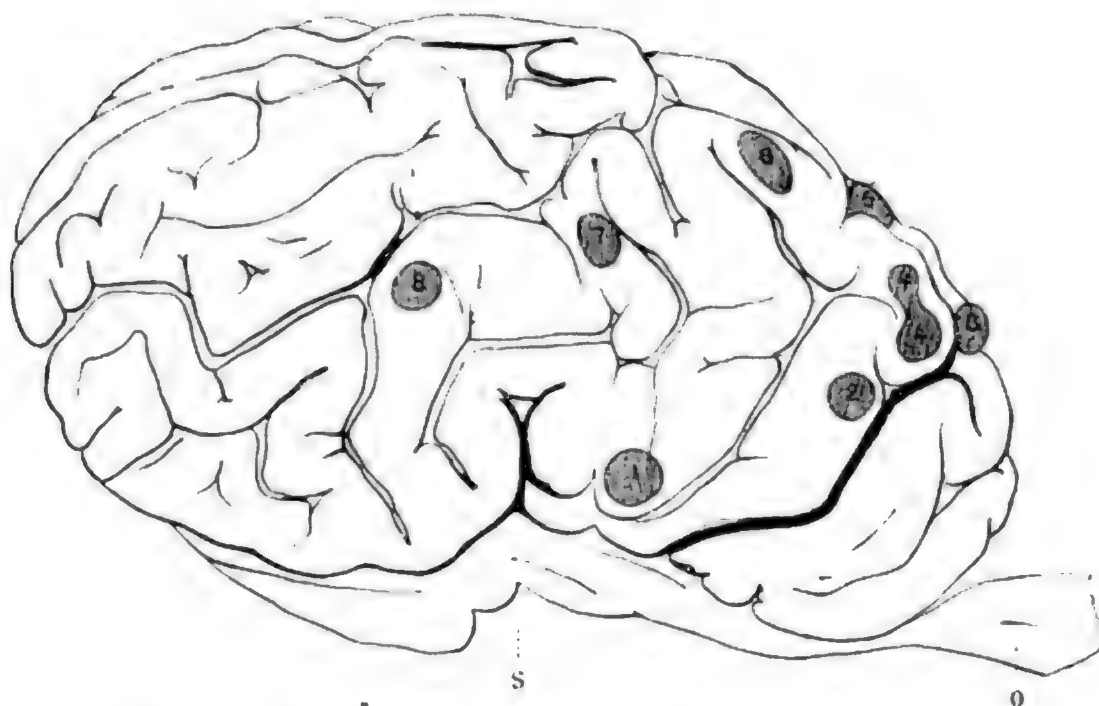


Fig. 65. — Face latérale de l'hémisphère cérébral de l'Ane. — O. Lobule olfactif; S. Vallée de Sylvius; 1. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, voir dans le texte.

1. — *Origine de la portion frontale de la première circonvolution* (Leuret). *Partie inférieure de l'ondulation anté-sylvienne de la circonvolution sylvienne* (Broca).

MOUVEMENT DES MEMBRES.

En excitant avec les courants faibles, les quatre membres sont ramenés sous le tronc. Le mouvement est plus prononcé dans le membre postérieur du côté opposé à l'excitation. Il est probablement aussi plus énergique dans le membre antérieur; mais les déplacements de ce membre sont empêchés par la pression qu'exerce sur lui le poids du thorax. Le membre antérieur libre est ramené en arrière, en masse, par la contraction du grand dorsal et du pectoral, lorsqu'on emploie des courants forts; il y a de plus, flexion du métacarpe.

2. — *Région supérieure de la branche antérieure de la première circonvolution* (Leuret). *Partie supérieure de la circonvolution pariétale post-rolandique* (Broca).

ÉLÉVATION ET DIDUCTION DE LA MACHOIRE INFÉRIEURE.

On excite du côté droit: rapprochement des mâchoires accompagné d'un mouvement de diduction qui entraîne le maxillaire inférieur à gauche. On entend le bruit que cause le frottement des dents inférieures contre les supérieures. La main, appliquée sur les joues, sent manifestement la contraction des deux masséters.

3. — *Région la plus antérieure du pli externe de la circonvolution orbitaire* (Leuret). *Région la plus antérieure du pli externe ou pré-rolandique du lobe frontal* (Broca).

MOUVEMENTS DES NASEAUX ET DE LA LÈVRE SUPÉRIEURE.

Les commissures inférieures des naseaux se rapprochent l'une de l'autre. Le bout du nez s'allonge; la lèvre supérieure se rétrécit. Ces mouvements sont produits en grande partie par la contraction des mitoyens supérieurs ou portion antérieure des muscles petits sus-maxillo-nasaux.

4. — *Partie antérieure de la portion frontale de la première circonvolution* (Leuret). *Union de la circonvolution post-rolandique avec la circonvolution sylvienne* (Broca).

MOUVEMENTS DE LA LANGUE ET DE LA JOUE.

Cette zone elliptique est allongée d'avant en arrière, elle décrit une courbe à concavité postérieure, à la surface des circonvolutions sus-indiquées.

Pendant qu'on l'excite, la langue est retirée dans la bouche; la joue du côté opposé se contracte. Quand on cesse l'excitation, la langue revient entre les incisives; excite-t-on de nouveau, elle disparaît aussitôt dans la cavité buccale.

5. — *Union de la partie verticale et de la partie horizontale de la circonvolution orbitaire* (Leuret); *... du lobe frontal* (Broca).

ÉCARTEMENT DES MACHOIRES, FLEXION ET INCLINAISON DU COU.

En excitant cette région avec des courants faibles, la mâchoire inférieure s'éloigne de la supérieure. Les deux muscles digastriques se contractent; la contraction est plus énergique dans le muscle du côté opposé. Après chaque excitation, la mâchoire inférieure revient brusquement au contact de la supérieure, et les incisives font entendre un petit bruit de claquement. Avec des courants forts, le sterno-maxillaire du côté opposé et même les muscles inclinateurs du cou se contractent et font exécuter à la tige cervicale un mouvement de torsion.

6. — *En avant de la fusion de la portion frontale des première et deuxième circonvolutions longitudinales* (Leuret); *vers le point d'union de la circonvolution sylvienne avec la deuxième circonvolution pariétale* (Broca).

MOUVEMENT DE CLIGNEMENT DANS L'ŒIL OPPOSÉ.

L'œil opposé se ferme incomplétement; le mouvement est produit tout entier par le muscle orbiculaire des paupières.

7. — *Union de la portion frontale et de la portion pariétale de la deuxième circonvolution* (Leuret); *ondulation moyenne de la deuxième circonvolution pariétale* (Broca).

OCCLUSION DE LA FENTE PALPÉBRALE.

Courants faibles : l'œil du côté opposé se ferme; la peau se ride au-dessous de la paupière inférieure.

Courants forts : les mouvements se propagent à l'œil du côté correspondant.

8. — *Vers la soudure de la portion pariétale des première et deuxième circonvolutions* (Leuret). — *Deuxième circonvolution pariétale au-dessus et un peu en arrière de l'extrémité de la scissure sylvienne* (Broca).

ÉLÉVATION DE LA PAUPIÈRE SUPÉRIEURE, ADDUCTION DE L'OREILLE.

Quand on excite cette zone avec des courants d'une intensité moyenne, l'œil du côté opposé s'ouvre largement surtout par l'élévation de la paupière supérieure. Le pavillon de l'oreille est tiré en arrière et dans l'adduction. Des courants plus forts produisent des mouvements moins prononcés, mais semblables dans l'œil et l'oreille du côté excité.

Telles sont les zones excitables que j'ai toujours retrouvées sur l'hémisphère de l'Ane. J'indiquerai maintenant quelques points dont l'excitation a provoqué des phénomènes que je n'ai pu reproduire jusqu'à présent.

Je disais tout à l'heure que l'excitation d'une zone de la deuxième circonvolution pariétale entraînait l'adduction de l'oreille ; sur un sujet, j'ai excité un point du lobe frontal (Broca) ou du lobe orbitaire (Leuret) qui provoquait le mouvement d'abduction.

Sur le même sujet, en excitant fortement la *partie postérieure des première et deuxième circonvolutions pariétales* (Broca), j'ai provoqué des convulsions toniques : flexion des membres, inclinaison du rachis à gauche, tronc courbé en arc, reposant sur la table par la tête et la croupe. En transportant les excitateurs sur la *région postérieure des troisième et quatrième circonvolutions pariétales* (Broca), les convulsions sont devenues cloniques et s'accompagnaient de violents frémissements dans le tronc et les membres.

Dans le cours de mes expériences, je fus très-étonné de ne pouvoir exciter la *circonvolution (gyrus sygmoïde)* qui entoure l'extrémité externe de l'*incisure fronto-pariétale* (Broca) ou *sillon crucial* (Leuret), circonvolution qui, sur plusieurs animaux, apparaît à la surface de l'hémisphère de la manière la plus évidente.

Croyant que l'excitation de cette zone produirait des mouvements dans les membres, c'est sur cette zone qu'ont porté mes premières investigations. A mon grand étonnement, j'ai toujours trouvé cette région inexcitable, ou tout au moins, les excitations n'entraînaient pas de mouvements réactionnels. On remarquera que la seule zone qui, jusqu'à présent ait provoqué des mouvements dans les membres est située sur la face latérale et inférieure du cerveau, à l'opposé du gyrus sygmoïde.

APPLICATION A LA TOPOGRAPHIE CÉRÉBRALE COMPARÉE.

Benedikt et Meynert ont cherché les circonvolutions analogues, dans les primates et les carnassiers, en se basant sur la morphologie exté-

rieure. Broca vient de les chercher dans la série des mammifères en se servant des connexions anatomiques. Ne vaudrait-il pas mieux baser la topographie cérébrale comparée sur la physiologie? Il me semblerait préférable que l'on tînt un plus grand compte de la distribution des zones excitables que des sillons plus ou moins marqués qui divisent superficiellement le manteau de l'hémisphère.

Le principe des connexions anatomiques a conduit M. Broca à certaines déterminations, dont les conséquences sont difficilement acceptables. Par exemple, le lobe frontal, tel que l'a délimité M. Broca, a ou n'a pas, selon les espèces, de points excitables provoquant des mouvements dans les muscles de la vie animale. Dans le chien, il en est dépourvu; dans le cheval, il en présente quelques-uns, et, chez le singe, il en possède une dizaine.

Que le nombre des points excitables augmente ou diminue dans un lobe, je l'admets; mais ce que je ne puis admettre, c'est que ces points disparaissent complétement.

Je crois qu'une division anatomique est défectueuse, quand elle entraîne d'aussi profondes différences au point de vue physiologique.

On objectera probablement à la base que je préconise que le nombre des zones excitables varie beaucoup chez des espèces zoologiquement peu éloignées les unes des autres. Mais le nombre de ces zones me préoccupe moins que leur répartition à la surface de l'hémisphère. Or, si l'on a soin d'ombrer, sur des dessins représentant le profil de l'hémisphère du singe, du chien et des autres mammifères étudiés par Ferrier, et celui du cheval, la région qui présente des points excitables, on constate :

1° Que, sur tous ces cerveaux, une portion de l'extrémité antérieure de l'hémisphère est dépourvue de zones dont l'irritation électrique entraîne des mouvements dans les muscles de la vie animale ;

2° Qu'en arrière de la scissure perpendiculaire externe chez le singe, et sur l'extrémité postérieure de l'hémisphère, chez les autres animaux, on ne trouve pas non plus de zones excitables ;

3° Que les points excitables sont disséminés sur la région moyenne de la face externe de l'hémisphère au-dessus de la scissure sylvienne ;

4° Que, chez les primates seulement, on voit quelques points excitables au-dessus de la scissure de Sylvius.

M'appuyant sur ces faits, je proposerais de diviser le manteau de l'hémisphère en quatre régions ou lobes : un *antérieur* et un *postérieur* inexcitables dans le sens que nous avons accordé à ce mot ; un *moyen*, toujours excitable, et un *inférieur*, excitable dans quelques espèces seulement. (Les deux derniers lobes sont séparés par la scissure de Sylvius, sur la position et la constance de laquelle tout le monde est d'accord).

On pourrait les appeler : lobe orbitaire, lobe fronto-pariétal, lobe occipital, lobe temporal, en s'inspirant des rapports que chacun d'eux contracte avec les os du crâne.

Cette division acceptée, reste à établir nettement les limites des quatre lobes. C'est un travail qu'il faudra faire pour chaque espèce. On cherchera dans les plis, sillons ou scissures de chaque cerveau les éléments du problème, et la solution de celui-ci sera facile, puisqu'il ne sera plus nécessaire de l'adapter au cerveau de plusieurs espèces.

En écrivant ces lignes, je n'ai pas eu la pensée de me poser en détracteur de mes devanciers, dont je respecte et le nom et le labeur. Du reste, je ne possède pas, quant à présent, les matériaux suffisants pour traiter d'une manière approfondie le point que viens d'aborder. Néanmoins, j'ai cru que la solution que je propose pouvait trouver sa place parmi celles qui ont été produites depuis que la question de la topographie cérébrale comparée est à l'ordre du jour.

DISCUSSION.

M. Franck. Je demanderai à monsieur Arloing de vouloir bien nous éclairer sur un point de son importante communication, il s'agit des mouvements bilatéraux produits par l'excitation d'un point circonscrit d'une circonvolution. Je crois qu'il doit avoir employé des excitations trop intenses, car, comme nous l'avons étudié avec M. Pitres, on produit par l'excitation d'une zone circonscrite des mouvements symétriques quand on dépasse le degré d'intensité d'excitation suffisante pour déterminer un mouvement limité à l'un des groupes de muscles du côté opposé.

Ceci prouve, je crois, qu'il serait nécessaire de modifier votre procédé d'excitation et d'adopter pour mieux nous entendre, l'unité anglaise dite Faradique, en utilisant comme l'a proposé M. d'Arsonval les courants induits produits par les décharges de condensateur afin d'éviter les effets chimiques.

M. Arloing. J'ai employé des courants induits non gradués. Au point n° 1 avec le minimum de courant je n'ai prouvé de mouvement que dans le membre postérieur du côté opposé, je ne sais s'il y en a eu dans le membre antérieur, la position de l'animal en expérience m'a empêché de le vérifier.

Ce n'est que lorsque le courant est très-puissant que les quatre membres s'agitent.

M. le Dr LE DENTU

Professeur Agrégé à la Faculté de médecine de Paris, Chirurgien des hôpitaux.

SUR L'AMPUTATION DANS LA GANGRÈNE FOUDROYANTE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

L'auteur rapporte d'abord une observation recueillie dans son service à l'hôpital Saint-Antoine. Un malade est blessé à la main par un coup de feu ; il est atteint de gangrène au bout de vingt-quatre heures. La désarticulation de l'épaule fut appliquée trente-six heures après le début, sans application de la bande de caoutchouc. Application rigoureuse du pansement de Lister. Guérison, malgré un commencement de myosite infectueuse.

M. Le Dentu rappelle les différentes dénominations données à la gangrène foudroyante et dont chacune rappelle une théorie. De tous les phénomènes apparents, celui qui domine c'est le développement des gaz. L'infection peut ne pas être générale ; le cas de guérison rapporté par l'auteur en est une preuve.

On pourrait rapprocher de cette forme des gangrènes rapides et sans traumatisme que l'on observe parfois au périnée et aux fesses.

DISCUSSION

M. Ollier pense que lorsque la gangrène laisse le temps de la réflexion et que l'état général est bon, on peut opérer si la température ne dépasse pas 38 degrés ou 38°,5. Mais, dans les cas foudroyants, l'opération est presque toujours suivie d'insuccès.

M. le Dr Henri HENROT

Professeur suppléant à l'École de médecine de Reims.

DE LA TRANSFUSION CAPILLAIRE DU SANG

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. Henri Henrot analyse rapidement les observations de transfusion suivies de succès qu'il a faites; pour lui, la transfusion et la trachéotomie, quand elles sont nettement indiquées, ne peuvent être remplacées par aucun autre moyen thérapeutique; la difficulté très-réelle de l'opération empêche souvent les praticiens de recourir, aussi souvent qu'ils devraient le faire, à ce moyen héroïque :

jusqu'à présent, les transfuseurs se sont trop préoccupés d'injecter une grande quantité de sang ; il ne faut pas chercher à remplacer le sang perdu, il faut, avant tout, se préoccuper d'assurer quelques heures de vie au malade menacé d'une mort prochaine; pour atteindre ce but, il suffit quelquefois d'injecter une petite quantité de sang. Chez un de ses malades atteint de cachexie paludéenne, avec leucosepthémie, hypertrophie considérable de la rate, œdématisation générale, épanchements dans les séreuses, 30 grammes de sang ont suffi pour amener une amélioration telle que le malade, qui était depuis longtemps immobilisé dans son lit, a pu quitter l'hôpital et reprendre son travail ; avant la transfusion, il avait 1,080,000 globules, 4 ou 5 minutes après il en avait 1,680,000, c'est-à-dire 600,000 de plus.

M. Henrot a pratiqué des transfusions chez des lapins avec une seringue de Pravaz. Il croit que, dans tous les cas où la transfusion ordinaire n'est pas suffisamment et impérieusement indiquée, comme dans la leucosepthémie, la cachexie paludéenne où la thérapeutique est impuissante, des injections répétées dans les petites veines des membres de quinze ou vingt grammes de sang humain peuvent être de la plus grande utilité.

DISCUSSION

M. Onimus pense qu'en injectant de l'eau on aurait les mêmes résultats ; ce n'est pas le sang qui agit, mais la stimulation circulatoire causée par l'injection d'un liquide.

M. Verneuil est d'avis que la transfusion est inutile. Le sang n'agit ni par sa quantité, ni par sa qualité, mais par son action stimulante en tant que liquide. On a également obtenu de bons résultats par l'injection de l'éther.

M. Cartaz remarque que M Gaillard Thomas emploie, en Amérique, le lait au lieu du sang dans la pratique de la transfusion.

M. Pacchioti, de Turin, s'associe à ces observations et met en doute le succès de la transfusion capillaire.

M. POTAIN

Professeur à l'Ecole de médecine de Paris, — Médecin des hopitaux.

SUR LA PATHOGÉNIE DES AFFECTIONS DU CŒUR

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 29 août 1878. —

Certaines dilatations du cœur droit ont pour point de départ des maladies ou des troubles fonctionnels du foie ou de l'estomac. Les affections aiguës des voies biliaires amènent la dilatation passagère du cœur droit; les lésions chroniques amènent une dilatation persistante. M. Potain signale l'analogie qui paraît exister entre le mécanisme des dilatations cardiaques d'origine gastro-hépatique et celui de l'hypertrophie dans la maladie de Bright.

DISCUSSION

M. Gubler a observé dans sa pratique un grand nombre de faits qui viennent à l'appui des idées émises par M. Potain.

M. Teissier a également constaté des bruits de souffle dans les affections hépatiques ; depuis longtemps, il a été frappé de la relation qui existe entre les maladies du foie et celles du cœur.

M. GRANCHER

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, médecin des hôpitaux.

DE LA TUBERCULOSE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. Grancher considère trois états dans le tubercule : le tubercule microscopique, le tubercule miliaire, le tubercule pneumonique appelé aussi caséeux.

La granulation tuberculeuse est composée d'un centre caséeux, entouré à la périphérie d'une série de cellules embryonnaires : on retrouve toujours cette dualité de composition. Ce tubercule ainsi formé peut évoluer de deux manières suivant que la partie centrale ou la partie périphérique se développent plus l'une que l'autre.

Si la partie périphérique se développe principalement, le tubercule marche vers la guérison et l'évolution dans ce cas est toujours très-lente.

Quand, au contraire, l'évolution marche vite, c'est qu'il y a prédominance de la transformation caséeuse et la guérison ne peut plus s'obtenir.

On a vu des cas de guérison de la tuberculose en clientèle, il n'en est pas de même des hôpitaux où nos malheureux phthisiques sont fatalement voués à la mort; le malade peut parfaitement sortir de l'hôpital dans un état d'amélioration très-sensible, mais il ne tarde pas à y rentrer pour n'en plus sortir.

J'ai calculé qu'un tuberculeux coûte à l'Assistance publique 5 à 600 francs, il en dépense autant ; ces 1,000 francs dispersés en pure perte, pourraient être utilisés pour guérir les tuberculeux par acquisition, dont l'affection prise au début pourrait certainement être enrayée.

Mais pour pouvoir obtenir ce résultat, il faut une excellente hygiène avec air, vêtement, repos, alimentation riche et saine, médication appropriée, temps.

DISCUSSION.

M. Landowski dit qu'il a exposé, il y a deux ans, des opinions absolument analogues; il a proposé d'établir dans les villages des petites maisons sises en été dans le nord ; en hiver dans le midi, et a attiré principalement l'attention sur la médication lactée.

M. Leudet. Il existe à Brompton un hôpital spécial pour les tuberculeux, où on a obtenu des résultats vraiment remarquables. On a essayé le traitement du midi à Madère, mais on s'en est trouvé fort mal.

M. Potain. Je ne crois pas que l'hôpital soit aussi funeste que M. Grancher le croit, j'ai pu conserver jusqu'à six ou sept ans des hommes manifestement tuberculeux.

M. Grancher. On doit considérer ces cas comme des exceptions, mais je ne propose pas la guérison de tous les tuberculeux ; je propose que les tuberculeux avérés des 2e ou 3e périodes soient traités dans des hospices et que les seuls phthisiques chez lesquels on espère la guérison, soient traités dans les hôpitaux spéciaux.

M. le Dr GUILLON père

PRÉSENTATION D'INSTRUMENTS DE LITHOTRITIE

— Séance du 29 août 1878. —

M. le Dr RABUTEAU

SUR LES ANESTHÉSIQUES

— Séance du 29 août 1878. —

M. Rabuteau a pratiqué dans le laboratoire de Cl. Bernard une série d'expériences qui portent sur trois points :

1° Les éthers ont sur les végétaux une action qui consiste à tuer la vie ; mais la propriété germinative n'est pas détruite :

2° L'action des éthers est différente chez les animaux à sang chaud et à sang froid. En mettant sous une cloche un cochon d'Inde, une grenouille et une éponge imbibée d'éther acétique, on voit le cochon d'Inde survivre, tandis que la grenouille meurt après un temps variable, mais toujours très-court. Si on

injecte de l'éther acétique sous la peau d'un cochon d'Inde, il n'est pas anesthésié : mais si on le met alors sous la cloche, l'anesthésie se produit. M. Rabuteau explique les faits de la façon suivante ; l'animal à sang chaud décompose les éthers, tandis que la grenouille ne les décompose pas. On peut donc diviser les éthers en deux classes : ceux qui se modifient dans l'organisme et ceux qui ne s'y modifient pas ;

3° Il y a des éthers qui ont la propriété de supprimer la sensibilité sans anéantir le mouvement. Il y aurait peut-être là une application utile à l'obstétrique.

M. le Dr GALEZOWSKI

SUR LA DÉGÉNÉRESCENCE CALCAIRE DE L'ÉPITHÉLIUM CORNÉEN ET SUR LES RAPPORTS QUI EXISTENT ENTRE CETTE AFFECTION ET L'ORGANISME.

— *Séance du 29 août 1878.* —

MESSIEURS,

Permettez-moi d'attirer votre attention sur des faits, rares, il est vrai, mais néanmoins d'une très-haute importance, car il s'agit d'une affection dont la nature ni l'étiologie n'a pas été bien déterminée. Je veux parler de la dégénérescence calcaire de la surface épithéliale antérieure de la cornée.

C'est une affection rare, en effet, car sur plus de 7,000 malades atteints de différentes affections de la cornée, je n'ai pu trouver que cinq cas ; néanmoins, il s'agit là d'une question grave, car la maladie dont je veux vous parler était jusqu'à présent confondue avec la kératite interstitielle parenchymateuse, contre laquelle on a employé les compresses chaudes, l'iodure de potassium à l'intérieur, les pommades mercurielles, les insufflations de poudre de calomel sans le moindre résultat. On est allé bien plus loin avec des traitements empiriques, car on a proposé et pratiqué des opérations d'iridectomie sans aucun résultat, voyant les progrès incessants de la maladie envahir les deux yeux, et ne pouvant pas la maîtriser.

Voici, en quelques mots, l'histoire de la maladie. Sans cause connue, la cornée commence à s'opacifier dans son grand diamètre horizontal, et cette opacification s'étend au-dessus et au-dessous de la ligne horizontale, de même qu'elle s'avance vers les limites de la cornée, dans sa ligne primitivement affectée.

Cette opacité présente une teinte complétement uniforme grisâtre; la surface de la cornée est lisse, l'œil n'est point rouge, et malgré les progrès constants, quoique lents, que fait la maladie, car tous mes malades ont vu leur affection se développer dans l'espace de deux à quatre ans, il n'y a eu d'accidents inflammatoires que chez un seul d'entre eux et dans des circonstances que je veux vous exposer.

Le hasard a voulu que j'aie vu chez un de ces malades se former comme une petite bulle au milieu de l'opacité ; je l'ai enlevée, et aussitôt j'ai vu apparaître la cornée complètement transparente et saine au-dessous. Il n'y avait alors plus de doute pour moi, qu'il s'agissait d'une dégénérescence superficielle de la cornée dont la nature restait à définir.

A ce moment, il s'est présenté à ma consultation un autre malade atteint du même mal, et chez lequel il s'est développé une inflammation dans un seul œil, et on voyait l'épithélium soulevé et la cornée transparente au-dessous.

Ce fait m'a encouragé à pratiquer l'abrasion, ce que j'ai fait le 25 juillet 1878 sur une partie centrale de la cornée, me réservant dans une prochaine séance de terminer cette opération délicate. Partout où l'abrasion a été pratiquée, la cornée a retrouvé sa parfaite limpidité, comme on pourra se convaincre sur le malade lui-même que j'ai amené avec moi.

Voici du reste cette observation.

Observation I. — Monsieur B.... âgé de 49 ans vint me consulter pour la première fois le 6 décembre 1871 pour un trouble de la vue qui lui est survenu en décembre 1870. Jamais avant les yeux n'étaient malades, et sa santé générale était toujours parfaite. Au moment où je l'ai examiné pour la première fois, les yeux présentaient une opacité grisâtre, diffuse, en forme de petits points ronds, presque confluents; l'œil droit était à peine touché, tandis que la tache cornéenne masquait déjà en grande partie la pupille de l'œil gauche.

Comme la maladie n'a cessé de faire des progrès le malade, qui consulta successivement tous les oculistes, et sur l'avis de tous qu'il s'agissait d'une kératite parenchymateuse, se décida à se faire pratiquer par le docteur W... une iridectomie dans l'œil gauche en mars 1871. Ce qui n'a pas empêché la maladie de s'étendre latéralement jusqu'aux limites de la cornée. La maladie de l'œil gauche paraissait rester quelque temps stationnaire, mais vers le mois de mai 1875 tout d'un coup l'œil droit se troubla et le mal a fait de tels progrès que quinze jours après le malade ne pouvait plus lire. Au commencement de juillet le docteur W... pratiqua l'iridectomie sur l'œil nouvellement atteint, mais cette fois encore sans plus de succès que la première fois. La vue resta stationnaire pendant quelque temps, mais en août elle a commencé à baisser de nouveau. Le malade revint me voir le 23 août 1876 et j'ai pu constater une diminution notable de l'acuité visuelle il pouvait à peine lire nº 6 à gauche et le nº 8 à droite.

Le malade raconte qu'à l'âge de 33 ans il avait perdu la vue pour trois mois, et pendant cette même période il avait perdu totalement les facultés sexuelles. Ces accidents guérirent au bout de cinq à six mois après les douches froides et les préparations de valériane prise à l'intérieur.

Actuellement il a des vertiges fréquents depuis plus de deux ans. Son père a eu des migraines et des vertiges et il est mort d'une attaque d'apoplexie. Dans les dernières années de sa vie il voyait trouble et présentait sur ses cornées les mêmes opacités qu'il accuse lui même aujourd'hui. Il a aussi de très grandes quantités de sable rouge en dépôt dans les urines. L'analyse faite par M. Petit de la pharmacie Mialhe, démontre que l'urine de Monsieur B..., ne diffère de l'urine saine que par une proportion d'acide phosphorique et de phosphate de chaux bien plus forte que dans une urine normale.

C'est le 25 juillet 1878 que j'ai pratiqué une ablation partielle de la partie centrale de la cornée gauche, et elle est restée depuis complétement transparente.

Une seconde observation analogue se trouve décrite par moi dans le *Recueil d'Ophthalmologie*, dans un article que j'ai publié en 1877 à la page 177 sous le titre : *dégénérescence grise de la cornée*. Ici j'ai trouvé les mêmes lésions dans les yeux atteints d'une iridochoroïdite ancienne arthritique et syphilitique en même temps, et l'opacité s'est développée dans les deux yeux qui ont subi peu de temps avant l'iridectomie.

Observation III. — Monsieur S...., âgé de 65 ans, me fut adressé pour la première fois par notre éminent maître et ami, le docteur Noël Guéneau de Mussy. J'avais constaté à cette époque des taches grises horizontales sur les deux cornées. — Le 26 février 1878 le malade revint me voir, et je constatai la dégénérescence calcaire dans les deux yeux; la vue a baissé progressivement depuis 1872 ; mais depuis deux mois l'œil droit s'est enflammé, et j'ai constaté une desquammation de la couche épithéliale à la partie centrale, où la cornée est redevenue transparente, et le malade voit clair à travers la partie transparente. L'œil pourtant reste rouge et larmoyant à cause de cette ulcération superficielle survenue dans la tache grise.

Voici l'examen microscopique de la pellicule que j'ai enlevée chez le malade nº 1. Cet examen a été pratiqué par un élève de M. Ranvier, le docteur Baraqueur.

Le lambeau était constitué par l'épithélium de la cornée où l'on voyait des granulations serrées les unes contre les autres de manière à cacher les contours des cellules. Ces granulations étaient très dures, la dissociation en était difficile, elles résistaient à la compression que l'on exerçait sur la lamelle. D'une forme sphérique mesurant de 8 à 10 millièmes de millimètre elles étaient jaunes et fortement réfringentes au milieu tandis que les contours présentaient une teinte sombre.

La dureté et la régularité de ces granulations nous ont fait penser à un processus calcaire, mais comme les autres signes optiques pourraient faire croire à une dégénérescence graisseuse nous avons eu recours aux réactifs chimiques.

insolubles dans l'éther et dans le chloroforme elles n'ont pas été colorées en noir par l'acide osmique comme cela devait être si les granulations eussent été de nature graisseuse. Traitées par l'acide chlorhydrique au dixième, elles ont laissé dégager une assez grande quantité de gaz, en même temps elles se dissolvaient dans le réactif en laissant apercevoir les cellules épithéliales transparentes et dont les contours étaient bien nets.

Quant aux autres observations elles ont été prises très-incomplètement, car je les avais confondues, comme les autres de mes confrères, avec la kératite interstitielle, et j'avais négligé de prendre les détails.

Tels sont donc les faits, connus jusqu'à présent de la dégénérescence calcaire, et je ne trouve dans la science qu'un seul fait, rapporté par Bowman, dans les *Ophthalmic Hospital Reports*, 1869, sur la lésion calcaire de la cornée.

La maladie donc existe comme une variété à part, *sui generis*, elle a ses caractères propres et sa nature toute particulière, et le traitement chirurgical qui consiste à faire une abrasion de la pellicule opaque assure sa guérison.

Il ne nous reste maintenant qu'à définir son étiologie et ses relations avec l'état général constitutionnel.

D'abord, je dois éliminer l'influence chimique des émanations de vapeur, ce qui me paraissait très-admissible au premier abord, car deux de mes malades étaient des chimistes ; d'autre part, la cornée ne devient opaque que dans la portion qui correspond à l'ouverture palpébrale.

Cette supposition était inadmissible ; d'abord, la maladie s'était déclarée bien longtemps après (15 à 25 ans) qu'ils avaient abandonné la chimie ; ensuite l'affection aurait été beaucoup plus fréquente qu'elle n'est en réalité ; si elle devait dépendre des différentes émanations, tous les ouvriers et employés aux produits chimiques seraient exposés à contracter cette maladie.

Restait la prédisposition constitutionnelle ; je l'avais cherchée et j'ai trouvé, en effet, une prédisposition toute particulière chez mes malades, à l'élimination des sels de chaux et des phosphates dans leurs urines. C'est, en un mot, la phosphaturie, que M. Teissier a si admirablement décrite, mais avec une abondance fort remarquable de sels de chaux. J'ai fait analyser les urines chez deux de mes malades, et j'ai trouvé que la proportion des sels phosphatiques et calcaires avait été augmentée d'une manière extraordinaire, de 3 à 4 grammes, qui est le chiffre de ces sels dans les urines normales, ces sels se trouvaient à la dose de 8 à 13 grammes. L'organisme est donc surchargé de ces sels, le sang doit en contenir une grande partie, et ils sont, en conséquence, éliminés par toutes les voies excrétantes, et principalement par les urines.

Mais une certaine quantité de ces sels se dépose pendant ce temps dans les différentes régions de notre organisme. C'est ainsi que nous voyons des tophus formés par de la chaux chez les goutteux. Plater l'a vu apparaître dans la peau des paupières ; nous voyons des cataractes crétacées, pierreuses, se former chez certains individus. C'est par le même mécanisme, très-probablement, que la dégénérescence calcaire des couches épithéliales de la cornée a eu lieu. L'un d'eux a eu la goutte régulière. L'autre, au contraire, n'accuse que la présence du sable rouge dans les urines, et puis des phénomènes de vertige qui lui viennent depuis deux ans. Les vertiges peuvent s'expliquer aussi par des dépôts calcaires dans les parois des vaisseaux cérébraux. Ces derniers deviennent cassants et peuvent donner lieu facilement aux attaques d'apoplexie. Le père du malade est mort, en effet, subitement, d'une attaque d'apoplexie, et il a eu, dans les dernières années de sa vie, la vue très-trouble, et selon la remarque de son fils, il s'était formé sur ses yeux un voile gris, semblable à celui qu'il a aujourd'hui lui-même, sur ses propres cornées.

Pour nous résumer, nous devons tirer de ce qui précède les conclusions suivantes :

1° Qu'il existe une forme particulière d'affection cornéenne, qu'on confondait jusqu'à présent avec la kératite interstitielle, et qui doit porter le nom de dégénérescence calcaire de la cornée ;

2° Que cette affection dépend d'un excès de sels de chaux dans l'organisme ;

3° Qu'il existe une certaine relation entre cette lésion oculaire et la phosphaturie ;

4° Que le moyen certain pour combattre cette affection de la cornée est l'abrasion de la pellicule opaque.

M. le Dr FÉRÉOL

Médecin de l'Hôpital Lariboisière.

DES NODOSITÉS CUTANÉES ÉPHÉMÈRES CHEZ LES ARTHRITIQUES.

— Séance du 29 août 1878. —

Sans présenter un intérêt capital, le petit point de pathologie dont je désire entretenir quelques instants le Congrès, mérite son attention par sa singularité, sa rareté, et le silence absolu qu'ont gardé à ce sujet tous les auteurs que j'ai compulsés.

Le premier fait que j'ai observé servira d'exposé et fera nettement saisir les principales particularités de la manifestation morbide très-spéciale dont je veux parler.

Depuis plus de quinze ans, j'ai observé à plusieurs reprises chez une dame de ma famille, des nodosités superficielles qui se produisent, du jour au lendemain, sur la peau du front, où elles forment des petites bosses rondes, d'une dureté élastique, à contour très-net, sans changement de coloration de la peau, sans douleur aucune, même à une pression assez forte, sans démangeaisons, ni picotements, ni chaleur. Ces nodosités, qui varient de la grosseur d'une noisette à celle d'un petit pois, ne sont jamais très-nombreuses; quelquefois il n'y en a qu'une; d'autres fois, deux ou trois, jamais davantage; et quand il y en a plusieurs elles sont souvent inégales et situées à des hauteurs différentes, sans symétrie; elles sont mobiles avec la peau sur les parties profondes, du moins le plus souvent; quelquefois elles m'ont paru faire corps avec le périoste.

C'est ordinairement au réveil que ces saillies noueuses se montrent; elles ont pris naissance pendant le sommeil, sans que la nuit ait été troublée par aucun malaise.

La première fois que je vis ces tumeurs, je pensai tout de suite à des gommes dont elles avaient tout à fait l'apparence. Et bien que je fusse absolument certain de l'absence de tout antécédent vénérien, je me demandai s'il n'y avait pas eu là quelqu'une de ces contagions de hasard dont la découverte est parfois si difficile. La subite apparition de ces tumeurs, leur indolence absolue ne donnaient guère de probabilité à cette hypothèse; mais leur évolution enleva toute espèce de doute. En 24 heures elles avaient presque disparu, et le surlendemain il n'y en avait plus aucune trace. La peau du front avait repris son aspect habituel; et il eût été impossible de soupçonner l'endroit où les grosseurs avaient apparu 48 heures auparavant.

Depuis 15 ans, j'ai bien observé de 25 à 30 fois ce singulier phénomène chez cette dame, qui est du reste d'une assez bonne santé, mais de race arthritique. Elle n'a jamais eu de rhumatisme jusqu'à présent; mais elle a un pityriasis rebelle du cuir chevelu; elle est sujette à des migraines très-fortes, qui reviennent tous les mois, ou à peu près, et souvent même dans les intervalles à propos d'une fatigue, d'une émotion, d'un mal de dents, etc. Il m'a toujours été impossible de saisir la moindre corrélation entre ce phénomène et le retour de la menstruation; quelquefois il se produisait 2 ou 3 fois pendant un mois; puis il y avait une série de plusieurs mois pendant lesquels il manquait. Assez souvent cependant j'ai pu noter que cette singulière fluxion cutanée se manifestait au voisinage d'un accès de migraine, le lendemain ou la veille,

ou le jour même ; mais plus d'une fois il s'est manifesté en l'absence de toute migraine. Un point est à noter cependant : Voilà près de deux ans que les nodosités n'ont pas paru, et, depuis cette époque les migraines ont complétement cessé; en même temps, il y a une certaine tendance à l'établissement de la ménopause.

En sorte que dans ce cas, l'éruption des nodosités, si elle n'est pas liée fatalement à l'apparition des migraines, paraît cependant avoir avec elles une certaine corrélation.

Ce fait, fût-il isolé, aurait certainement sa valeur, à cause de la longue période de temps pendant lequel il a été suivi, et de la constance des phénomènes observés.

Mais j'en puis rapprocher deux autres, un peu plus complexes, mais qui présentent cependant de grandes analogies avec le premier.

En 1874, à la maison municipale de santé, je soignai pendant quelques semaines un homme de 41 ans, notaire, qui était venu à Paris dans l'espérance de se faire guérir d'un mal de Pott cervical qui se compliquait d'une atrophie musculaire des deux membres supérieurs, et de troubles cérébraux. Cette maladie, dont le début était difficile à préciser, avait été précédée pendant 23 ans par des névralgies faciales d'une intensité extrême, siégeant plus souvent à droite, mais quelquefois à gauche, et causant une telle exaspération au pauvre patient qu'on le gardait à vue dans la crainte d'un suicide. Or ce malade nous racontait que dans ces dernières années, il lui était arrivé plusieurs fois, au moment des crises névralgiques, de constater qu'il se formait sur la peau de son front trois petites bosses de la grosseur d'une noisette, l'une au-dessus de la racine du nez, les deux autres au-dessus des arcades sourcilières. Ces petites tumeurs, qu'on faisait mouvoir facilement avec le doigt, à ce que disait le malade, étaient indolores à la pression, et la peau ne changeait pas de couleur à leur niveau. Elles apparaissaient subitement et disparaissaient en 24 heures.

Ces tumeurs, que nous n'avons pas vues du reste pendant le séjour du malade à la maison de santé, mais dont la description offre la plus grande analogie avec celles que nous avons vues chez notre malade, étaient en corrélation ici avec une lésion de la colonne cervicale dont la nature n'est pas facile à déterminer ; mais si on fait attention à l'âge du malade, à la lenteur de la maladie, il paraît plus juste de l'attribuer à l'arthritisme qu'à la scrofule.

Enfin, cette année même, au mois de février, je recevais dans mon cabinet une dame de 34 ans, atteinte d'un pityriasis généralisé avec prurit du pudendum, eczéma arthritique du cuir chevelu, blépharite ciliaire pityriasique, état névropathique et hypochondrie (pas de diabète). Cette dame n'avait pas eu de rhumatisme, mais sa mère était morte à

l'âge de 47 ans d'un rhumatisme chronique. Elle venait me consulter, parce que depuis 3 mois il lui était poussé à plusieurs reprises (10 à 12 fois) sur la peau du front de petites grosseurs, indolentes même au toucher, qui venaient tout d'un coup et disparaissaient en 24 heures. Elle affirmait qu'elle voyait aussi quelquefois des grosseurs pareilles se montrer sur la face dorsale des mains et disparaître de même avec une grande rapidité.

Chez cette dernière malade l'arthritis était évident.

De ces trois faits, il semble résulter qu'il se produit souvent chez certains sujets, et particulièrement chez ceux qui sont atteints de la diathèse arthritique, des sortes de fluxions passagères, donnant lieu à des nodosités cutanées, analogues pour l'aspect à des gommes, mais qui en diffèrent absolument par la rapidité de leur disparition.

Il est bien singulier qu'aucun de nos auteurs classiques n'ait fait mention de cette petite lésion qui réalise à coup sûr de la manière la plus évidente et la plus tangible le phénomène de la fluxion rhumatismale. Et s'il est vrai, comme je le suppose, que les migraineux soient spécialement disposés à ce genre de fluxion cutanée, il est assez étonnant que le fait n'ait pas encore été signalé. Peut-être cela tient-il à sa bénignité, à sa fugacité. Il sera facile de vérifier le fait en y regardant d'un peu plus près.

Toutefois, s'il est vrai que je n'ai rencontré aucun fait semblable à ceux que je rapporte, il en existe au moins d'analogues dans le rhumatisme articulaire aigu. Frerichs et Virchow ont décrit, comme un phénomène rare d'ailleurs, dans le rhumatisme articulaire aigu, la production de nodosités dans le tissu conjonctif. Et on conçoit par parenthèse combien cette notion vient encore ajouter de difficultés au diagnostic différentiel de la goutte et du rhumatisme.

Et je trouve, dans le numéro du 5 décembre 1875 du *Lyon médical*, une observation fort intéressante de M. le Dr P. Meynet, médecin de la Charité, observation intitulée ainsi qu'il suit : *Rhumatisme articulaire subaigu avec production de tumeurs multiples dans les tissus fibreux périarticulaires et sur le périoste d'un grand nombre d'os.* Il s'agit dans ce cas, d'un jeune homme de 14 ans atteint d'un rhumatisme *à frigore* à répétitions ; dans le cours de la dernière attaque il se manifesta une foule de nodosités fibreuses ; on en trouvait sur le dos des mains, le long des tendons où elles formaient des chapelets ; ces nodosités étaient dures au toucher, mais non douloureuses, et adhéraient intimement aux tendons ; elles variaient de la grosseur d'un pois à celle d'une lentille. Tout autour des articulations digitales on trouvait de ces petites tumeurs affectant la forme et le siége des tophus, mais mobiles et glissant sous la pression. De même aux coudes, autour des genoux, aux orteils, le

long de la colonne vertébrale. La tête en présente un grand nombre : le malade a de la peine à se peigner, bien que ces petites tumeurs soient indolentes; mais elles gênent l'action du peigne; enfin, *sur le front*, six de ces productions nouvelles dessinent un croissant à concavité supérieure très-saillant et dont l'ouverture est de 3 à 4 centimètres. Ces tumeurs très-nombreuses, de date toute récente, disparurent avec une grande rapidité; *nous en avons vu naître sous nos yeux*, dit M. Meynet, *pour ainsi dire du jour au lendemain et nous les avons vues s'éteindre de même*. Le malade prit bien, il est vrai, de l'iodure de potassium à la dose de 0,50 par jour; mais avant même qu'il en prît, le malade dit avoir vu une grande quantité de ces tumeurs disparaître spontanément.

Assurément ce cas n'est pas absolument semblable à ceux que j'ai rapportés. L'auteur, en attribuant d'ailleurs au rhumatisme la genèse de ces nodosités indolentes et passagères, en place le siége dans le tissu fibreux, dans le périoste. Il m'a semblé, quant à moi, que les nodosités que j'ai observées siégeaient dans l'épaisseur de la peau, à sa face profonde, et peut-être même plutôt dans le tissu cellulaire sous-cutané; on eût dit un œdème local, œdème dur, circonscrit, quelque chose de très-analogue à l'érythème noueux, mais sans érythème, sans rougeur. Plusieurs fois même, j'ai observé un fait qui paraissait bien en conformité avec cette interprétation. La nodosité se déplaçait en quelques heures; si j'avais constaté sa présence le matin dans le voisinage de la racine des cheveux, le soir elle avait un peu descendu vers le milieu du front.

Quoi qu'il en soit, de la différence du siége entre les lésions décrites par M. Meynet et celles que j'ai observées, on ne peut qu'être frappé de l'analogie qu'elles présentent au point de vue de leur évolution, et de leur rapidité à se montrer comme à disparaître. C'est bien là le caractère typique et fondamental de la fluxion rhumatismale.

Si je ne me suis pas trompé dans l'observation des faits et leur interprétation, il y aurait donc à ajouter aux formes déjà décrites de la fluxion rhumatismale sur la peau, telles que l'érythème, la miliaire, le purpura, etc., une forme nouvelle que j'ai tâché de caractériser de mon mieux, en lui donnant le nom de *nodosité éphémère de la peau*.

DISCUSSION.

M. Olive appuie les conclusions de M. Féréol d'un fait qu'il a observé chez une personne de sa famille.

M. Petit demande quel est le siége anatomique de ces nodosités.

M. Féréol reste un peu indécis sur le siége de la lésion, mais pense qu'elle réside dans la couche profonde du derme, mais non dans les glandes de la peau; peut-être dans le tissu cellulaire sous-cutané.

M. Teissier a observé des faits analogues, soit en ville, soit à l'hôpital. On crut un moment à des gommes syphilitiques, il ne s'agissait que de fluxions rhumatismales cutanées.

M. Adam ŒWRE

De Christiania.

ÉTIOLOGIE DE LA SYPHILIS HÉRÉDITAIRE.

— *Séance du 29 août 1878.* —

1° Le nombre des pères ne souffrant que de syphilis latente, quel que soit le traitement qu'ils aient suivi, et ne communiquant aucune infection directe à la mère a été de 50 ; celui de leurs enfants de 120.

2° Les enfants sont tous venus à terme, bien portants, et sont restés exempts de symptômes spécifiques.

3° Les mères au nombre de 51 n'ont jamais eu à souffrir de la syphilis; les enfants qu'elles ont eus plus tard ont été sains également. Il n'y a donc pas eu d'infection « par conception », par « choc en retour », ni par « the fœtal fluids » ou par d'autres voies fantastiques et théoriques.

4° La syphilis héréditaire supposé, exige donc toujours une infection de la mère, et ne doit son origine qu'à cette seule source. La position de M. Œwre, qui voit habituellement tous ces malades, comme médecin de famille, donne une grande exactitude à ces résultats, et par conséquent une grande importance à cette conclusion.

Quelques auteurs ont prétendu établir la participation du père à la syphilis de l'enfant en démontrant que lorsque les deux géniteurs sont infectés, il se fait une sorte d'accumulation sur leur rejeton dont la maladie serait plus grave. Cette question a préoccupé M. Œwre et voici, sur ce point, le résultat de ses recherches.

Les observations ont porté sur sept couples. Chez deux d'entre eux, la progéniture, loin d'être frappée plus sévèrement, est restée saine.

Dans un cas, l'enfant naquit cinq semaines avant l'expiration des neuf mois, s'il faut en croire la mère ; c'est le 27 décembre 1874 qu'il vint au monde : le traitement des parents remontait au mois de janvier de la même année, peu après que la mère avait été contagionnée par le père, atteint d'un chancre en voie de cicatrisation. Le père fut traité par l'expectation, l'usage des bains chauds, combiné avec l'usage des astringents et des caustiques ; en mai il eut une iritis, dont l'atropine et les antiphlogistiques locaux eurent si vite raison, qu'il ne fut même pas forcé d'interrompre son travail de for-

geron. En février 1877, il eut, sur le même œil, une récidive de la même affection, et ne guérit qu'au bout d'un mois.

Chez la mère, la maladie s'accusa par des troubles internes (insomnie, fièvre, anorexie,) des éruptions ulcéreuses sur la muqueuse buccale, enfin la chute des cheveux. En juin, la plupart de ces symptômes ayant disparu, cette femme apprit à M. Œwre qu'elle était enceinte depuis le mois d'avril. Un avortement était à redouter dans de pareilles conditions; néanmoins l'enfant vint au monde sans présenter aucune trace de syphilis, et si excellent fut l'état de santé de la petite, que la mère ayant déjà eu avant l'infection quatre enfants, a toujours considéré le dernier comme le plus robuste.

Les seuls accidents dont la mère eut à souffrir, à la suite de ce dernier accouchement, furent quelques plaques muqueuses. Le 28 avril 1877, elle donnait à terme naissance à une autre fille de très-bonne santé. En août, cette enfant eut, il est vrai, une excoriation superficielle sur le bord de la lèvre inférieure; forme et grandeur d'une fève, fond couvert de mucosité sale; au coin gauche de la bouche, une petite écorchure avec croûte brunâtre; sur les grandes lèvres de la vulve, quatre ou cinq élevures violacées, mais pas de rhagades buccales, ni anales, pas de coryza, pas d'éruption sur la peau, état général excellent. Ces lésions qui disparurent bientôt sous la seule influence des soins de propreté furent jugées non spécifiques par M. Œwre.

Dans le second cas, la mère avait été soumise au traitement depuis le 30 janvier 1871. Cette femme avait présenté un chancre de la lèvre très-induré, qui avait persisté plus de trois mois et avait été suivi d'adénites cervicales, et de rétinite. Le père était traité depuis 1868, mais il menait une vie de débauche et souffrit successivement d'accidents d'alcoolisme chronique, puis d'une encéphalopathie accompagnée d'une diminution notable de la mémoire, de l'intelligence et de la motilité. Une petite fille naquit à terme le 5 décembre 1875 d'une *première* grossesse de la mère; elle était en très-bonne santé. En janvier 1877, elle succomba à une scarlatine suivie de diphtérie et de néphrite. A cette époque le père renonça à ses habitudes de débauche. Au mois d'octobre, la mère se déclara enceinte, et le 16 mai 1878 elle accouchait d'une fille robuste et saine venue à terme (1).

Ces cas ne paraissent guère venir en aide à l'idée de la transmission de la syphilis par le père, ni à celle de l'accumulation. Dans un autre travail, l'auteur en développera d'autres qui sont très-peu favorables à cette théorie également.

Dira-t-on que la maladie se présentera plus tard sous une forme tardive? M. Œwre ne reconnaît comme syphilis héréditaire que celle qui se développe dans les trois ou quatre premiers mois qui suivent la naissance. La lues congéniale tardive est toujours douteuse; le microscope même ne saurait prononcer à son égard d'une façon décisive.

Dira-t-on que ces heureux résultats sont l'effet du traitement? M. Œwre répond qu'il n'existe pas d'*antidote* de la syphilis et que ses malades n'ont pas pris un grain de mercure.

(1) Cet enfant n'a pas eu besoin d'assistance médicale et elle se trouva toujours bien portante lors de la dernière visite de M. Œwre, le 27 mai 1879.

Une circonstance sur laquelle M. Œwre insiste, c'est sur la surveillance incessante qu'il a pu faire de tous ses malades à leur domicile. Aussi ses résultats lui semblent-ils autrement plus véridiques que ceux qui sont recueillis dans les policliniques, les dispensaires, les hôpitaux d'enfants trouvés, les maisons d'accouchement, avec leur matériel passager, incontrôlable et mensonger.

M. DUNOYER

Externe des hôpitaux.

SUR UNE NOUVELLE BOURSE SÉREUSE PROFESSIONNELLE.

— *Séance du 29 août 1878.* —

Nous avons eu l'occasion d'observer à l'hôpital de la Pitié deux exemples de bourses séreuses professionnelles de l'épaule qui, croyons-nous, n'ont pas encore été signalées. De ces deux exemples, l'un s'est présenté dans le service de M. Polaillon, qui a bien voulu nous en laisser prendre l'observation ; l'autre dans le service de notre maître, M. le professeur Verneuil, qui a attiré notre attention sur ce sujet.

Beaucoup de travaux ont été écrits sur les bourses séreuses professionnelles ; aucun n'en signale sur le milieu de l'épaule.

Béclard, dans son *Anatomie générale*, Cruveilher, Malgaigne et les auteurs classiques récents ne décrivent pas de bourse professionnelle en cette région.

Patissier, en 1822, dans un ouvrage qui traite spécialement des maladies des artisans, garde le même silence.

Plus tard, Padieu dans une thèse inaugurale, présente un tableau très-complet des bourses séreuses professionnelles. Ce tableau est reproduit sans changement par Marschall, dans sa thèse d'agrégation de la même année, et depuis par la plupart des auteurs. Il ne referme aucun fait analogue à celui que nous exposerons.

Enfin, parmi les auteurs les plus récents, M. Proust, dans son *Traité d'hygiène de 1877*, présente un long et remarquable travail sur les maladies professionnelles ; il cite les éruptions érythémateuses des ouvriers raffineurs, mais ne signale chez eux aucune autre particularité.

Ces ouvriers présentent, cependant, une lésion qui paraît leur être propre.

Lorsqu'on découvre leur buste, on trouve sur les épaules deux saillies semblables de chaque côté, et ce qui frappe tout d'abord, c'est leur symétrie parfaite par rapport au plan médian du corps, de sorte que le haut du tronc, vu de face, présente un aspect tout spécial et vraiment caractéristique.

Ces saillies situées à trois centimètres en dedans de l'articulation acromio-claviculaire sont à cheval sur la face supérieure de la clavicule, et la moitié la plus interne de la portion claviculaire du trapèze : détermination exacte importante pour éviter toute confusion avec la bourse séreuse normale de l'acromion. Elles sont convexes et plus ou moins proéminentes ; elles sont presque exactement circulaires, un peu plus grandes qu'une pièce de cinq francs en argent, d'une coloration rouge violacé, à surface rude, sèche, couverte de larges squames épidermiques.

A la palpation, on trouve des parois épaisses, de la fluctuation, parfois des corps flottants, une base dure, le tout situé dans l'épaisseur de la peau et parfaitement mobile sur les parties profondes : ce sont là tous les caractères d'une bourse séreuse qui succède à une callosité. En général indolentes, ces tumeurs peuvent s'enflammer et donner lieu à un hygroma aigu.

Ces bourses séreuses développées dans un point de l'épaule où l'anatomie n'en signale pas de normales, ne peuvent être qu'accidentelles.

D'ailleurs, le genre de travail des ouvriers qui en sont affectés explique parfaitement leur développement, leur situation et leur forme. Ces ouvriers sont employés dans une raffinerie. Là, dans des salles à température très-élevée, le haut du corps nu, pendant 9 à 12 heures par jour, ils portent des pains de sucre sur les épaules, ordinairement deux sur l'une et un sur l'autre. Ces pains sont placés en travers sur l'épaule, et le cône qu'ils représentent repose sur les téguments par une partie limitée de sa surface convexe. Chaque pain est renfermé dans un moule de tôle épaisse (4 à 5 millimètres) : le tout pèse 14 à 15 kilogrammes.

Quelques ouvriers, pour préserver leurs épaules nues de la pression directe de la charge, portent une sorte de collerette de toile et de laine (colletin). Précaution peu efficace : les deux malades que nous avons observés portaient la collerette : néanmoins ils présentaient des hygromas et même dernièrement, ayant travaillé plus que de coutume, leurs bourses séreuses se sont enflammées, et ils ont été obligés d'entrer à l'hôpital.

Observations. — A ces deux faits nous aurions voulu ajouter de nombreux faits semblables. Nous comptions pour cela sur le concours du directeur de la raffinerie où travaillaient nos deux malades, mais

nous n'avons pas reçu l'accueil que nous espérions, et malgré nos efforts, il nous a été impossible d'examiner les ouvriers.

Toutefois nous avons pu en observer trois. Les deux premiers qui travaillent depuis longtemps présentent sur chaque épaule une bourse séreuse aux lieu et place déjà indiqués. Le troisième, plus nouvellement arrivé offre, comme on devait s'y attendre *a priori*, seulement deux callosités.

Enfin nous avons vu que parmi tous les hommes qui sont employés au même travail, le plus grand nombre présente soit des callosités, soit des bourses séreuses, suivant le temps depuis lequel ils sont dans l'usine.

Malgré l'insuffisance de ces dernières recherches, que nous nous proposons de reprendre, il nous semble qu'on peut considérer comme constante chez les raffineurs la présence d'une bourse séreuse située sur l'épaule, à peu près à égale distance de la base du cou et de l'articulation acromio-claviculaire.

Réflexions. — Les faits que nous vénons d'exposer semblent présenter un double intérêt.

Au point de vue pathologique, il est important d'avoir une connaissance exacte des bourses séreuses et des professions qui les développent. On évite ainsi les erreurs de diagnostic et de pronostic auxquelles elles peuvent donner lieu. Elles ont été confondues avec des loupes, avec des abcès froids et même des abcès symptomatiques de lésions des os sur lesquels elles reposent. Quand elles sont ulcérées, elles peuvent être prises pour des gommes : c'est ce qui aurait pu arriver chez notre premier malade.

Au point de vue médico-légal, la connaissance de ces bourses peut être d'une utilité très-grande pour établir l'identité. Les indices de ce genre sont placés au premier rang dans les traités de médecine légale.

En terminant, qu'il me soit permis de témoigner à mon excellent collègue et ami, M. Tuffié, toute ma reconnaissance pour sa bienveillante collaboration.

Quelque temps après la communication de cette note, nous avons recueilli une nouvelle observation s'y rapportant. Ici la lésion professionnelle était tout à fait à son début.

Il s'agit d'un homme de 35 ans, couché au n° 4 de la salle Saint-Louis, service de M. Verneuil.

Comme antécédent pathologique, on trouve une bronchite chronique qui date de 1871 ; malgre cela il est fort et robuste.

Dans les premiers jours d'octobre 1878, il entre à la raffinerie, où on l'occupe à porter des pains ; ses épaules sont recouvertes du colletin ordinaire.

Dès les premiers jours, rougeur dans les points où s'appuie le fardeau ; le deuxième jour légère écorchure, qui augmente le troisième. Le malade est obligé de suspendre son travail.

A son entrée à l'hôpital, on voit sur chaque épaule nne ulcération superficielle, ressemblant à la trace d'un petit vésicatoire de la forme et de la dimension d'une pièce de cinq francs en argent. Elle s'étend un peu sur la face supérieure de la clavicule, à l'union de son quart externe avec ses trois quarts internes; mais la presque totalité de sa surface repose sur la portion claviculaire du muscle trapèze qui chez ce malade forme une saillie très-notable au-dessus de la

clavicule. Cette disposition étant donnée, la prédominance de l'ulcération au niveau des parties molles s'explique facilement. La portion circulaire du trapèze dans l'action de porter sur l'épaule, entre en contraction pour maintenir en place et fixer la clavicule et l'omoplate, alors les faisceaux musculaires déprimés par le poids du fardeau, forment une surface dure au-dessous de la peau qui, prise entre deux plans résistants, s'ulcère bientôt.

Les petites plaies de notre malade sont pansées avec la tarlatane phéniquée. Cicatrisation lente, complète au bout de douze jours.

Quand le malade quitte l'hôpital, il ne reste plus qu'un peu de rougeur et un léger épaississement de la peau dans les points qui ont été ulcérés.

INDICATIONS BIBLIOGRAPHIQUES.

FOLLIN et DUPLAY. — *Traité de Pathologie externe.*
NÉLATON. — *Traité de Pathologie chirurgicale.*
CRUVEILHIER. — *Anatomie pathologique.*
BECLARD. — *Anatomie générale.*
PATISSIER. — *Traité des maladies des artisans*, 1822.
PADIEU. — *Thèse inaugurale. Maladie des bourses séreuses*, 1839.
MARSHAL. — *Thèse d'agrégation*, 1839.
MALGAIGNE. — *Traité d'anatomie chirurgicale.*
VELPEAU. — — —
BÉRAUD. — — —
PROUST. — *Traité d'hygiène*, 1877.

M. le Dr Gaëtan DELAUNAY

LA PHTHISIE EST UNE MALADIE DES PAYS CHAUDS.

(EXTRAIT.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

L'auteur entend parler de la phthisie commune qui frappe surtout les races inférieures, les femmes, les adolescents, les vieillards, les faibles, en un mot les individus les moins nourris. M. Delaunay considère cette maladie comme étant *en raison inverse de la nutrition*, car elle est produite et accrue par toutes les circonstances physiologiques, mésologiques et pathologiques qui diminuent la nutrition. Parmi ces circonstances figurent l'été et les climats chauds.

Le froid général augmente la nutrition de l'organisme qui est diminuée par la chaleur générale. D'après M. Malassez le nombre des globules rouges du sang qui est en hiver de 5,000,000 par millimètre cube, s'abaisse en été à 4,500,000. Aussi la phthisie pulmonaire est-elle inconnue dans les pays très-froids comme l'Irlande et devient-elle de plus en plus fréquente à mesure qu'on se rapproche de l'équateur. Les races océaniennes sont en train de s'éteindre emportées par la phthisie.

A l'appui de sa thèse, M. Delaunay cite de nombreuses observations faites par un grand nombre d'auteurs : Rochard, Tulloch, Wilson, Boudin, Arnould, Pruner Bey, Bricheteau, Raymond, Rey, Levacher, Twinning, Sigaud, Jubin, Bradley, Martin de Moussy, Moreau de Jonnès, Bourgarel, Brulfert, de Cormeiras, de Rochas, etc., etc.

Si la phthisie semble être plus fréquente au Nord qu'au Midi, comme en France par exemple, cela tient à des causes purement sociales. La phthisie qu'on observe dans le Nord sévit sur les ouvriers des villes industrielles et est due au travail excessif, au défaut d'aliments, à la misère et aux privations qu'elle entraîne. La mortalité par la phthisie était de 17 0/0 en Angleterre au commencement du siècle; aujourd'hui elle n'est plus que de 12 0/0. Cela prouve que le progrès social peut restreindre les ravages de la phthisie sociale, de la phthisie du Nord, tandis que celle du Midi qui est en train de faire disparaître des races entières, est aussi fatale que le milieu qui l'engendre.

Les climats chauds qui favorisent la production de la phthisie accroissent l'intensité de cette maladie qui est chronique au Nord et aiguë au Midi. La marche de la phthisie est lente dans les pays froids et de plus en plus rapide à mesure qu'on se rapproche de l'équateur. C'est ce qui résulte des observations faites par MM. Rochard, Rey, Laure, Martineau, de Rochas, Jubin, Saurel, Morehead, Twinning, Bradley, Cerfmayer, Renton, Fonssagrive, Lepetit, etc.

M. Delaunay tire de son travail les conclusions hygiéniques et thérapeutiques suivantes : Il importe d'interdire le séjour des pays chauds aux individus faibles qui sont exposés à devenir phthisiques (Rattray, Raoul, etc.). Au point de vue du traitement, puisque les pays chauds engendrent et augmentent la phthisie, on aggrave sûrement l'état des phthisiques en les envoyant habiter des pays chauds ou simplement passer l'hiver dans le Midi. L'émigration est fatale aux tuberculeux qui vont habiter la zone torride. C'est ce qu'ont constaté les docteurs Cornuel à la Guadeloupe, Dutroulau à la Martinique, Laure à Cayenne, Raoul et Fonssagrive au Sénégal, Lepetit à l'île de la Réunion, Collas, James Renold, Martin et Allan West dans l'Inde.

Les pays chauds sont également fatals aux tuberculeux. Envoyer les phthisiques en Egypte, aux Canaries, à Madère, c'est les condamner à une mort rapide. L'hibernation de nos phthisiques, sur le littoral méditerranéen, bien loin de les guérir ou même de les prolonger, les précipite vers le dénouement fatal. A l'hôpital de Nice, un septième des décès est dû à la phthisie. Comment veut-on que les phthisiques se rétablissent là où les bien portants deviennent phthisiques. A l'appui de cette opinion M. Delaunay rapporte les témoignages de divers auteurs : Carrière, Rochard, Andral, Bricheteau, etc.

Au lieu d'envoyer les phthisiques du Nord au Midi, il importe d'envoyer les phthisiques du Midi au Nord. « Depuis longtemps, dit M. Rochard, les médecins de nos colonies protestent contre l'envoi des phthisiques venus de France. Ils y renvoient au contraire les marins et les soldats atteints sous ces latitudes. » « C'est le commandement de la Méditerranée dans lequel le chiffre de la phthisie est le plus élevé. On peut arrêter cette maladie en renvoyant en Angleterre celui qui en est affecté (Wilson). » La phthisie, qui est curable sous les climats glaciaux et froids, est incurable sous les climats torrides et chauds. M. Delaunay cite des phthisiques du Nord qui ont guéri en restant chez eux, des phthisiques du Midi qui ont guéri en remontant au Nord. Il défie qu'on lui trouve un seul phthisique de Nice ou d'Hyères ayant pu guérir en restant en Provence.

M. Delaunay ne saurait donc approuver la fondation, sur la côte d'Afrique ou sur celle de Provence, de *sanatoria* destinés au traitement de la phthisie pulmonaire. Bien loin d'envoyer les phthisiques de Paris à Alger et à Nice, il engagerait plutôt les phthisiques d'Algérie et de Provence à venir habiter le Nord. La conclusion à laquelle arrive l'auteur, c'est qu'il importe d'établir des *sanatoria* non pas au Midi pour les phthisiques du Nord mais au Nord pour les phthisiques du Midi.

M. le Dr CHASSAGNY

de Lyon

SUR LA THÉORIE DES TRACTIONS MÉCANIQUES EN OBSTÉTRIQUE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

Comme application de cette théorie, l'auteur présente un instrument ingénieux qui a pour but: 1° d'extraire l'enfant quand il est nécessaire de recourir à la traction obstétricale avec le minimum de pression pour la mère et pour l'enfant; 2° d'avoir toujours pour objectif d'assister la nature dans ses moyens.

L'ordre du jour de la section des sciences médicales comprenait plusieurs autres travaux qui n'ont pu être communiqués en séance faute de temps, nous en reproduisons les titres ci-après:

M. J.-B. Gauché, interne des hopitaux, lauréat de la Faculté de médecine. — Un semestre chirurgical à l'Hôtel-Dieu.

Dr Mignot, de Chantelle. — Remarques sur la contagiosité de la rougeole et sa prophylaxie.

Présentation de Travaux imprimés

ENVOYÉS AU CONGRÈS

POUR ÊTRE COMMUNIQUÉS A LA SECTION

M. DELMAS. — Applications thérapeutiques du froid et de la chaleur.

M. LAENNEC. — Album de photographies de pièces anatomiques normales et pathologiques de l'École de médecine de plein exercice de Nantes.

M. PERETON. — Compte rendu des travaux de la Société des Sciences médicales de Gannat.

4^me Groupe

SCIENCES ÉCONOMIQUES

13^me Section

AGRONOMIE

Président d'honneur........	M. BROCH, Professeur à l'Université de Christiania, Correspondant de l'Institut.
Président........	M. THÉNARD (le Baron), Membre de l'Institut.
Vice-Président...............	M. BARRAL, Secrétaire perpétuel de la Société centrale d'agriculture de France.
Secrétaires.................	MM. LIVACHE, Ingénieur civil.
	MAQUENNE, Répétiteur à l'École d'agriculture de Grignon.

M. H. De la BLANCHÈRE

DU ROLE DE L'OXYGÈNE DANS LES AQUARIUMS

— *Séance du 23 août 1878.* —

Un grand principe général domine toute la question des aquariums : c'est que, pour maintenir dans un milieu confiné les animaux et les plantes de la mer, il faut que les fonctions de leur vie soient *exagérées*. C'est l'expérience qui a montré la nécessité de cette règle qui dirige tout; en captivité, ils n'ont pas assez s'ils n'ont pas trop; donnez leur donc trop, quitte à nettoyer leur milieu des détritus et des déjections qui ne doivent jamais s'y accumuler.

Il ne faut pas croire qu'une aération par imbibition ou entraînement de l'air puisse jamais être assez énergique; il faut à l'eau dans laquelle les animaux doivent vivre désormais, une aération surabondante et forcée; à ce prix, seul, ils vivront. Sans doute la surexcitation de leurs fonctions sera la conséquence de cette suroxygénation continuelle, mais une très-longue durée de leur vie n'est point le but qu'on poursuit; on demande qu'ils vivent, qu'ils durent en bonne santé assez de temps pour qu'on ait le loisir d'étudier les circonstances de leurs fonctions diverses; au delà, on remplace les échantillons éteints par d'autres bien vivants, et tout est dit. La loi de l'humanité est dès longtemps celle qui lui permet de sacrifier les créatures extérieures à elle, au profit de l'avancement de son savoir et de l'amélioration de sa condition. Marchons donc hardiment dans ce sens! Les expériences de chirurgie ne sont pas les seules qui consomment des organismes animaux pour les besoins de la science et l'amélioration des conditions de l'humanité!

Ainsi donc, attendons-nous, si nous voulons que nos poissons respirent, à exagérer la quantité d'oxygène et d'air que nous devons leur fournir, ce qui ne peut se faire que par l'application de machines puissantes et actives. Les combinaisons d'équilibre d'air et d'eau, les entraînements moléculaires, tels que l'application de la *trompe Catalane* aux aquariums, essayée en 1878, à l'aquarium d'eau douce de l'Exposition, sont des moyens tout à fait insuffisants; ils peuvent suffire à une soufflerie sans obstacles dans un foyer; ici il faut l'injection puissante d'un jet d'air, fournie par des pompes à vapeur qui divisent et soulèvent l'eau avec une force à laquelle rien ne résiste.

Les Anglais, parfaitement au courant de ces nécessités, guidés par l'expérience, convaincus de l'utilité des grands réservoirs et d'une aération active, ont cherché à tourner la difficulté et à diminuer les dépenses de ces énormes constructions en accélérant la vitesse du courant produit, aux dépens du cube total. C'est un moyen de fusionner les deux méthodes générales d'aération des aquariums; mais ce moyen n'est pas sans inconvénients, nous nous en apercevrons tout à l'heure. En ce moment, il est indispensable de bien établir la distinction fondamentale qui existe entre les deux méthodes de vivification des aquariums, celle à laquelle on a donné le nom simple d'*aération*, et celle que l'on a qualifiée de *circulation*.

Dans un cas comme dans l'autre, le but à atteindre est le maintien, par des moyens artificiels, d'une quantité d'oxygène suffisante dans l'eau pour remplacer celui qui est extraite constamment de cette eau même par les animaux, et de purifier par son action réductrice l'eau elle-même de tous les détritus qu'y engendre la présence de ces mêmes animaux. Quand il ne s'agit que d'un aquarium représenté par un globe de verre

ordinaire, dans lequel des animaux et le cube de l'eau sont nécessairement très-limités, il suffit simplement d'enlever, à intervalles plus ou moins fréquents, l'eau vieillie et épuisée, et de la remplacer par de la fraîche, dans laquelle l'oxygène est encore abondant. Cette manière de procéder, radicalement bonne, n'est pas toujours commode même pour un simple globe à poissons, et deviendrait l'occasion d'une dépense considérable quand il s'agit de plusieurs centaines de mètres cubes comme dans les aquariums publics actuels; en fait, si le renouvellement de l'oxygène y avait été aussi difficile qu'on se le figurait, ces aquariums n'auraient point existé. Heureusement la difficulté a été tournée, et les deux méthodes par lesquelles on procède aujourd'hui peuvent être expliquées en quelques mots.

Si nous considérons les dates, si nous remontons plus d'un quart de siècle en arrière, c'est le docteur Ball, de Dublin, qui reconnut en 1853 que l'oxygène dont on avait besoin pouvait être fourni aux aquariums sous sa forme la plus directe et la plus simple, en faisant passer à travers les bacs un courant d'air atmosphérique, lequel amené au fond par des tuyaux, montait tout simplement en bulles à la surface, abandonnant dans sa course à travers l'eau précisément l'oxygène dont on avait besoin. Ce fut avec un succès absolu que, partant de cette idée, le docteur Ball établit son premier aquarium au jardin zoologique de Dublin; immédiatement après, il imagina d'envoyer cet air avec un soufflet et, ce qui est plus curieux, de mettre ce soufflet en action par les pieds des visiteurs qui allaient et venaient dans l'aquarium; c'était une première application de l'idée, et certes elle était originale! Ce système est généralement connu sous le nom d'*aération*, nous l'avons dit, et consiste tout simplement en ce que l'air avec l'oxygène qu'il contient est forcé de passer à travers l'eau dans sa forme concrète, au lieu que ce soit l'eau qui soit mécaniquement amenée en contact avec l'air.

Le second système a pris naissance à peu près à la même époque que le premier; il en diffère en ce que la réoxygénation et le rafraîchissement de l'eau sont assurés par un mouvement de circulation continuel de l'eau elle-même d'un lieu à un autre. Cette eau est amenée ainsi à présenter à l'atmosphère des surfaces nouvelles pour *absorber* l'oxygène. Ce système porte le nom de *circulation*, et fut longtemps à atteindre les progrès actuels, car il fallut que la vapeur, avec sa puissance, fût employée enfin à mobiliser des masses semblables, non-seulement en les pompant, mais en les poussant devant elle. C'est M. Gosse auquel on doit la première invention de ce système. Il en donna l'idée en suspendant au-dessus d'un aquarium un vase de verre que l'on remplissait chaque matin de l'eau même du bac, qu'il y laissait retomber goutte à goutte ou sous la forme d'un très-mince filet. C'est en 1853

que la première application pratique du principe de la circulation fut faite à un aquarium important, ce fut celui du zoological Garden, de Londres, qui doit être regardé comme le type originel de ce système. Il fut ouvert au public en 1853, et fut bâti par le secrétaire d'alors du jardin, M. D. W. Mitchell. La circulation de l'eau était effectuée au moyen de deux réservoirs accessoires et d'une pompe à main; l'eau était pompée, de temps à autre, du réservoir d'en bas dans celui d'en haut et, de là, elle coulait doucement dans les bacs d'où elle retournait dans le réservoir d'en bas, et, sous l'action de la pompe, reprenait sa même course.

Quoiqu'on puisse certainement reconnaître dans cette disposition le type adopté aujourd'hui aux colossales constructions actuelles, l'ensemble a fait des progrès. L'aquarium de Régent's-Park est encore entretenu d'air par le même système mécanique inventé lors de son ouverture, il y a vingt-trois ans; mais il est très-probable que d'ici à peu de temps il sera remplacé par une installation plus en rapport avec les progrès actuels. Lorsque cette nouvelle construction sera inaugurée dans Régent's-Park, nul doute qu'un grand progrès sur les aquariums maintenant existants ne s'accomplisse, tout comme il s'en est produit entre ceux que l'on a construits dernièrement et ceux qui ont été établis en 1853. Ce progrès se manifestera de lui-même, surtout par les procédés et les précautions adoptés pour l'importation et la conservation des types aquatiques venus des climats exotiques et tropicaux. Au lieu de s'en tenir aux espèces si limitées qui habitent nos eaux douces et salées, espèces qui, à peu d'exceptions près, occupent seules aujourd'hui nos aquariums, nous pourrons devenir plus riches en empruntant aux pays étrangers une partie de leur faune si intéressante.

Les excellents résultats obtenus à Regent's-Park amenèrent, en 1859, l'établissement, sur les mêmes principes, mais sur une échelle déjà plus grande, de l'aquarium du Jardin d'Acclimatation de Paris. La machinerie installée pour maintenir l'eau en état de *circulation* intermittente, fut la première employée; c'était un grand pas, et le succès fut si grand, tant au point de vue financier que théorique, que beaucoup d'autres aquariums semblables furent immédiatement projetés, tant au travers de la France que de la Belgique et de l'Allemagne. Ici se doit placer cependant une remarque frappante, c'est qu'un point d'arrêt se manifesta; on se croyait arrivé, et aucun progrès dans le mouvement intérieur des aquariums ne s'opéra en Angleterre jusqu'à l'ouverture du Palais de Cristal en 1871.

Non-seulement cet aquarium était la plus grande entreprise de cette espèce qu'on eût encore essayée en Angleterre, — quoiqu'elle soit largement dépassée aujourd'hui, — mais il était remarquable par la grandeur

du récipient que l'on consacrait à une réserve d'eau tenue à part dans une citerne obscure et non habitée par les animaux, citerne qui correspondait à la citerne de réserve déjà employée dans l'aménagement de l'aquarium de Regent's-Park. Les dimensions seules étaient différentes, car ces réservoirs ou citernes d'épargne furent construits pour contenir au moins *cinq fois* la quantité d'eau qui, dans les bacs, était habitée par les poissons. La masse entière de cette eau fut mise en circulation continuelle par de puissantes pompes à vapeur, et la série entière des bacs, qui comprend non-seulement ceux destinés à la vue, mais ceux *destinés à l'emmagasinement* ou *acclimatation* des sujets ou *spécimens doubles en réserve,* contient près de 100 mètres cubes d'eau. Le plus grand bac de tous, de six mètres de long, renferme près de 30 m. c., c'était énorme pour l'époque. En proportion de ces chiffres, les réservoirs furent construits pour ne pas contenir moins de 450 m. c., ce qui, ajouté au contenu des bacs, formait un total déjà très-respectable de 540 m. c.

Quelque grandes que paraissent ces proportions en comparaison de celles qu'on avait employées jusqu'alors, elles sont bien médiocres auprès du magnifique aquarium de Brighton qui vient d'être achevé en 1873. Dans cette immense construction, les bacs sont installés pour contenir 1,350 mètres cubes d'eau, et le plus grand de ces bacs, d'une longueur de 100 pieds anglais, pourrait fournir une place suffisante aux marsouins, aux esturgeons de première taille et aux autres monstres des eaux profondes dont les évolutions n'avaient jamais pu être présentées jusque-là au public, faute de place. Cet aquarium est surtout remarquable parce qu'il présente l'application franchement adoptée du système d'*aération*, c'est-à-dire l'injection dans l'eau de jets d'air sous sa forme simple. A l'exception du bel aquarium que l'on bâtit à Scarborough, qui va être muni du même système, tous les autres aquariums construits en Angleterre étaient établis sur le système de la *circulation* essayée pour la première fois à Regent's-Park, ainsi que nous venons de le voir.

Sans nier l'efficacité du système de *circulation,* nous sommes persuadés que le perfectionnement le plus réel auquel les aquariums de l'avenir devront une sécurité complète, est celui dans lequel *l'aération mécaniquement conduite*, sera combinée à une *circulation* suffisante et aussi active que possible. Ainsi qu'il était présumable, en présence des résultats favorables obtenus par les grandes réserves d'eau disponible, l'exagération s'en mêla ; on crut faire meilleur parce qu'on faisait plus grand. A Westminster, où la quantité d'eau est rassemblée dans des bacs énormes qui ressemblent à trois tunnels de chemins de fer placés l'un à côté de l'autre, on a fini par réfléchir que, à un penny par galon, c'est-à-dire *deux centimes et demi par litre,* le prix de l'eau de mer qui remplirait ces réservoirs montera à 62,800 francs!...

Il est évident qu'il y a exagération dans le cas actuel ; il est non moins évident, depuis ces expériences, que l'excellence d'un aquarium est *en raison directe* du cube d'eau qu'il renferme ; la limpidité, l'homogénéité de température et de composition militent victorieusement en faveur des réservoirs de dimensions analogues à ceux de Westminster ou de Sydenham, — qui, dernièrement, ont été portés à 4,500 mètres cubes ; — mais, assurément, il y a une limite, même à la transparence de l'eau, et quand celle-ci est atteinte, un pareil argument deviendrait simplement une *reductio ad absurdum*, entraînant une lamentable perte de temps et d'argent. Il faut insister sur les réservoirs et sur la masse d'eau que les appareils actuels doivent renfermer ; mais, au-delà de ce qui est démontré nécessaire pour les besoins qu'ils sont appelés à satisfaire, le reste est inutile et même nuisible. L'expérience, d'ailleurs a démontré à Manchester, que l'on peut obtenir d'excellents résultats avec une quantité d'eau dans les réservoirs beaucoup moins considérable, en augmentant le pouvoir des pompes ; on semble même être arrivé à cette conclusion, qu'en accélérant la *circulation*, on pourrait supprimer absolument les réservoirs et leur substituer un simple puits ou citerne pour la réception de l'eau des bacs et l'alimentation des pompes. Ainsi donc la *quantité de mouvement* suppléerait à la *quantité d'eau*.

Ces expériences ont été faites à Westminster pendant des réparations nécessitées par la grandeur incommode des réservoirs, grandeur qui obligeait l'eau à un circuit de 4,800 mètres, avant qu'elle revînt à son point de départ. A cette dimension, si l'on joint la difficulté de rendre étanches d'aussi énormes réservoirs, on se rend compte de l'économie qu'il sera facile de réaliser et qui, diminuant de moitié au moins le prix des aquariums actuels, en rendra la vulgarisation bien plus facile. Ajoutons que la rapidité de la circulation augmentée permettra de maintenir en confinement nombre d'espèces qui déjouaient jusqu'à présent tous essais de conservation artificielle. Qu'il nous soit permis de citer rapidement quelques noms. Au premier rang peut se placer l'étrange Lump (Cyclopterus Lumpus). C'est une espèce assez commune sur nos côtes pendant les mois du printemps où elle vient faire sa ponte, mais qui est particulièrement abondante dans les *fjords* rocheux de la Norwége. Elle a été importée dernièrement en quantité considérable dans l'aquarium de Manchester, en compagnie de la magnifique Vielle rouge et blanche (Labrus mixtus). Je m'informais auprès des pêcheurs, des conditions particulières dans lesquelles ils prenaient ces Lumps impossibles à conserver ; ils m'expliquèrent qu'ils les prenaient invariablement dans les *chemins de marée*, au milieu des rochers, adhérents par leur remarquables disques suceurs, juste aux endroits où le courant était le plus rapide. Il est évident, d'après cela, que l'aquarium qui possédera un

courant suffisant, permettra au Lump de s'accommoder de son emprisonnement.

Il en est absolument de même pour l'acclimatation des plantes de la mer. Aucun succès n'a été constaté encore dans la conservation des algues qui couvrent si luxurieusement nos côtes rocheuses. Dès qu'on les introduit dans un aquarium, ces superbes végétaux commencent à se délabrer et à mourir. Feraient-ils donc invariablement ainsi, s'il ne manquait quelque chaînon important dans la série des conditions auxquelles ils sont soumis ?... Ne voyons-nous pas que ces espèces, depuis les fucus les plus grossiers jusqu'aux plus délicats, ont besoin d'être exposés périodiquement à l'air atmosphérique ; au lieu de cela, certaines variétés au rouge brillant, les rhodospermes, ne poussent bien que lorsque la lumière leur est presque totalement enlevée... Ainsi donc, il nous est facile de constater, dès à présent, que pour les algues, une condition de leur existence est partout invariablement connue. C'est leur *exposition intermittente* ou *courante* à *l'action* des *vagues*, ou leur exposition aux plus vifs courants de l'Océan.

Or, comparée avec les courants naturels de l'Océan, la plus rapide circulation qui ait été jamais jusqu'à présent introduite dans les aquariums, est absolument insignifiante, et jusqu'à ce que la vitesse et le volume de cette circulation soient considérablement augmentés — ce que nous n'avons jamais cessé de demander pour les aquariums que nous avions sous notre direction — on ne pourra jamais espérer raisonnablement des progrès réels dans la culture des plantes de la mer, e dans l'observation de la majeure partie des animaux qui y vivent. Ce traitement *à courant accéléré* a cependant fait ses preuves : pendant quelque temps, il fut établi dans l'aquarium de Manchester, alors que l'on faisait les réparations aux citernes. On ne tarda pas à reconnaître que les plantes, *sans exception*, vivaient plus longtemps et mieux dans les bacs dans lesquels on faisait passer un courant plus considérable et plus vite. L'une d'elles, le *carageen d'Irlande* (chondrus crispus), paraît montrer, par exception, une inclination spéciale à se plier à la domestication : celui-là même, sous l'influence du courant rapide, reprit de la vigueur qu'il perdait, depuis un an, dans un bac tranquille.

Il ne faut pas oublier, non plus, que la tendance qu'ont de très-petits végétaux soyeux ou algues confervoïdes, à se développer d'elles-mêmes sur les objets immergés, jusqu'à ce que, de même que les mycélium de certains champignons parasites, ils aient traîtreusement tout envahi, étouffant e détruisant les plantes à formes plus élevées. Il est évident qu'un pareil antagonisme ne doit pas se rencontrer dans les conditions ordinaires de leur existence ; si nous scrutons avec soin les circonstances de chaque jour, nous en trouverons aisément l'explication. Ces conferves, en effet, ne

doivent pas, dans la nature, pousser en compagnie des espèces plus hautement organisées dont nous essayons la culture, elles poussent plutôt dans ces endroits où la marée est lente, plus spécialement dans les mares, où elles ne sont pas dérangées par les vagues, excepté seulement dans les plus hautes malines.

Il apparaît donc déjà que là où prévaudra un vigoureux courant, les algues les plus élevées en organisme auront une végétation luxuriante, et que les *conferves* seront incapables de prendre le dessus. Depuis l'ouverture de l'aquarium de Yarmouth, les courants rapides y sont installés, et la culture des plantes marines est spécialement et victorieusement étudiée. Espérons que des progrès analogues seront désormais réalisés dans la construction de tous les aquariums, et qu'il nous sera donné de voir ces grandioses instruments devenir des réservoirs de la nature vivante et non des cimetières, sans cesse alimentés à grands frais, de créatures pour lesquelles les conditions vitales n'existent pas.

M. le Dr Ch. BRAME

De Tours.

ÉTUDE SUR LES VINS.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. BRAME lit une étude sur le vin ; il étudie l'action de l'oxygène et du chauffage, ainsi que l'influence des engrais odorants sur le bouquet du vin.

MM. ROUSSILLE et MOURRET

SUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA MATIÈRE GRASSE DANS L'OLIVIER.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. ROUSSILLE présente, en son nom et en celui de son collaborateur M. Mourret, un travail sur le développement de la matière grasse dans l'olivier : les auteurs sont arrivés aux conclusions suivantes : la proportion de matière soluble dans l'éther n'augmente pas dans les feuilles, du mois de mai

au mois de novembre; les matières azotées restent constantes dans les feuilles; dans les fruits, au contraire, la matière grasse ne cesse d'augmenter, rapidement jusqu'au 30 septembre, beaucoup plus lentement pendant les deux derniers mois d'observation. Les auteurs en concluent que la matière grasse ne subit pas de migration : elle se forme sur place, sans qu'on ait pu déterminer aux dépens de quel principe elle prend naissance.

M. JOULIE

Pharmacien à la Maison municipale de santé de Paris.

DE LA NÉCESSITÉ D'UNE ENTENTE SCIENTIFIQUE POUR L'ANALYSE DES FUMIERS.

— Séance du 23 août 1878. —

MM. CORENWINDER et CONTAMINE

DE L'INFLUENCE DES FEUILLES SUR LA RICHESSE SACCHARINE DES BETTERAVES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 24 août 1878 —

M. CORENWINDER communique, en son nom et en celui de M. CONTAMINE, son collaborateur, un travail relatif au rapport qui existe entre les dimensions des feuilles de betteraves et la richesse en sucre des racines. L'auteur rappelle qu'il a montré, il y a quelques années, que l'effeuillaison des betteraves avait pour effet de diminuer considérablement leur richesse en sucre; à cela deux raisons : d'une part on supprime l'organe producteur du sucre; d'autre part, le sucre déjà formé et accumulé dans la racine est utilisé à la formation de nouvelles feuilles. M. Corenwinder a étudié la question sous une nouvelle forme : il a choisi des betteraves présentant à peu près le même poids, mais les unes portant des feuilles larges et bien développées, tandis que les autres n'étaient surmontées que de feuilles plus petites. Il a trouvé que les betteraves les plus riches en sucre étaient celles qui portaient les feuilles les plus larges, présentant la plus grande surface.

Les jeunes feuilles, celles qui se développent dans la direction de l'axe de la betterave, sont plus riches que celles de la périphérie.

La distribution des sucres dans les feuilles de betteraves est très-irrégulière ; c'est surtout dans les nervures principales qu'ils se rencontrent en plus grande quantité.

M. Corenwinder pense que les sucres, que l'on observe dans les feuilles des betteraves, ne proviennent pas uniquement de la décomposition simultanée dans les cellules à chlorophylle de l'acide carbonique et de l'eau ; il est probable qu'une partie du sucre provient, comme les matières azotées et les matières minérales, de la racine elle-même.

DISCUSSION.

M. Pellet a remarqué depuis longtemps que le rapport entre les cendres et le sucre dans la betterave entière est constant ; il en déduit que, si les feuilles sont de grande dimension, elles doivent renfermer une proportion considérable de cendres, et par suite, pour que le rapport reste constant, il faut que le sucre augmente également.

M. Joulie demande à M. Corenwinder s'il a recherché à quelles variétés appartiennent les sucres réducteurs contenus dans les feuilles des betteraves ; il a remarqué quant à lui, que dans le sorgho à sucre on rencontre toujours le glucose droit associé au levulose.

M. Corenwinder répond qu'il a observé souvent que le sucre de canne peut se métamorphoser en sucre réducteur sans être interverti, ainsi que dans les jeunes pousses jaunes qui apparaisent dans les betteraves conservées en silos, on trouve une quantité notable de sucre réducteur qui est exclusivement du glucose droit, bien qu'il provienne certainement d'une métamorphose du sucre de canne de la racine.

M. BARRAL

Secrétaire perpétuel de la Société centrale d'agriculture de France.

SUR LA VARIABILITÉ DE COMPOSITION DU FOIN

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 24 août 1878. —

M. Barral résume rapidement les recherches qu'il poursuit depuis plusieurs années sur la composition des fourrages ; contrairement à l'opinion généralement admise, la richesse du foin en matières azotées est très-variable, puisque les dosages d'azote ont varié de 1.15 à 4 pour 100 de matière sèche.

Cette richesse varie avec la nature du sol, avec l'abondance de la fumure, et enfin, avec les espèces botaniques qui constituent la prairie. M. Barral a observé que les dernières coupes fournissent toujours un fourrage plus azoté que les premières; l'acide phosphorique paraît être uni à la chaux et à la magnésie, la potasse à des acides végétaux.

M. A. AUDOYNAUD

Professeur de sciences physiques à l'École d'agriculture de Montpellier.

NOTE SUR LES PRINCIPES MINÉRAUX ET ORGANIQUES DE L'OLIVIER.

— *Séance du 26 août 1878.* —

Je regrette de n'avoir pu assister à l'intéressante communication de M. Roussille, et de n'avoir pu entendre les remarques judicieuses de M. Joulie sur les engrais qui conviennent à l'olivier. Je m'occupe aussi depuis bien des années de cet arbre du Midi; j'ai fait voir, il y a quelques années, qu'un hectare d'olivier des Alpes-Maritimes consommait, par année moyenne :

Azote.	21k,6;
Potasse	22 5;
Acide phoshorique.	8 1.

C'est à peu près la consommation d'un hectare de vigne dans le département de l'Hérault, comme l'a établi M. Marès.

Dans le cours de mes recherches, j'ai trouvé que les cendres des feuilles étaient riches en chaux et en potasse, et que les cendres des fruits, au contraire, étaient très-riches en potasse et pauvres en chaux.

	Feuilles	Fruits
	—	—
P. 0/0 chaux.. . . .	0.29	Traces
— potasse. . . .	0.15	0.24

La chaux, pendant la végétation, s'arrête donc dans la feuille, tandis que la potasse se porte en grande partie vers le fruit.

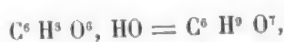
Depuis cette époque, j'ai continué mes recherches, non plus sur les matières minérales, mais sur les principes organiques des feuilles et des fruits. Quoique ce travail soit loin d'être terminé, je demande la permission d'en dire un mot.

M. Corenwinder a dit à la dernière séance que, pour connaître la physiologie de la feuille, il fallait déterminer tous les principes immédiats que l'on y rencontre, qu'il fallait étudier leur mode de formation,

leurs transformations successives ; je suis depuis longtemps partisan de cette manière de voir, et c'est la marche que je suis dans mes études actuelles sur l'olivier.

Pour donner un exemple de l'insuffisance des connaissances que nous possédons sur un pareil sujet, je prendrai les matières que les dissolvants habituels des corps gras enlèvent aux feuilles (éther, sulfure de carbone). Si on compte comme corps gras tout ce que ces dissolvants entraînent, et si on compare les résultats obtenus de feuilles cueillies à diverses époques, on n'est nullement renseigné sur la marche des corps gras sur leur accroissement ou leur diminution. En effet, le dissolvant entraine non-seulement les corps gras, mais encore des principes résineux, de la chlorophylle, etc.

Ainsi, en épuisant des feuilles d'olivier par l'éther, j'ai obtenu une masse d'un vert plus ou moins foncé. Pour me débarrasser du grand excès de chlorophylle, j'ai filtré le produit sur du noir animal et obtenu ainsi un corps jaune, insoluble dans les alcalis et les acides minéraux, insoluble dans les acides oxalique, tartrique, etc., mais soluble dans les acides de la série grasse : acétique, butyrique, valérique, etc. Cette matière jaune est encore un mélange d'une sorte de résine jaune très-difficile à séparer, d'un corps tout à fait comparable à un acide gras, puisque sa formule répond à $C^{24} H^{24} O^{4}$, et d'un autre corps très-abondant, blanc, pulvérulent, accompagné de traces de cholestérine, et présentant tous les caractères d'un composé basique ; ce corps étranger répond à la formule :



$$C^{6} H^{8} O^{6}, HO = C^{6} H^{9} O^{7},$$

expression de la glycérine hydratée ; c'est donc un isomère de la glycérine.

Les corps hydrocarbonés que nous apercevons dans les feuilles, que nous n'avons pas encore suffisamment définis, présentent presque tous les degrés d'oxydation ; et je me demande si le point de départ de tous ces composés est un hydrocarbure véritable de la formule $C^{2n} H^{2n} O^{2n}$ qui se réduirait peu à peu, ou si c'est un carbure d'hydrogène qui s'oxyderait sous l'influence de l'oxygène respiré par la plante.

Comme on le voit par ce court aperçu, nous sommes loin de connaître les phénomènes physiologiques qui se passent dans la feuille, et si nous passons au fruit, nous sommes dans une incertitude tout aussi grande. Ces corps gras que nous voyons apparaitre dans les feuilles vont-ils au fruit ? Je suis porté à le croire ; je crois que la potasse est le véhicule des acides gras de la feuille vers le fruit, acides qui se modifieront ensuite plus ou moins, en abandonnant l'alcali qui leur a servi de passeport ; mais je ne puis encore appuyer ma théorie sur des faits assez positifs ; il faut des études nouvelles.

DISCUSSION.

M. THÉNARD rappelle une expérience qu'il a faite sur des maîtresses têtes d'olivètes. Une moitié, abandonnée trois semaines à l'ombre, contenait dix fois plus de matière grasse que l'autre moitié mise en expérience aussitôt après la coupe.

M. A. AUDOYNAUD

Professeur de sciences physiques à l'École d'agriculture de Montpellier.

QUESTION DE L'AMMONIAQUE CONTENUE DANS LES EAUX DE LA MER.

— *Séance du 26 août 1878.* —

Je désire ici faire quelques remarques sur les recherches que j'ai faites sur les eaux marines des environs de Montpellier, recherches dans lesquelles je me proposais d'établir s'il y a, ou s'il n'y a pas d'ammoniaque volatile dans ces eaux.

Un point important que je veux citer est d'abord l'influence perturbatrice que les corps organiques ou organisés contenus dans ces eaux peuvent apporter dans les résultats de l'analyse.

Je n'en citerai ici qu'un exemple, l'eau prise le 11 juillet et analysée le lendemain ; un litre de cette eau distillée sans addition d'alcali a donné 0,00 d'ammoniaque.

Avec la magnésie, on a eu 0,16 d'ammoniaque.

Avec la potasse, on a eu 1,04 —

Nos laboratoires étant toujours très-éloignés de la plage ou du lieu où l'eau a été prise, il s'écoule toujours un certain temps entre le moment de la prise et celui de l'analyse ; suivant la durée de cet intervalle, les matières organiques dont je parle peuvent se décomposer, s'altérer et en augmentant la proportion d'ammoniaque, en faire apparaître une partie à l'état d'ammoniaque volatile et fausser les conséquences que l'on pourrait tirer du résultat de l'expérience.

Enfin, je ferai encore remarquer que la proportion d'ammoniaque contenue dans les eaux de la mer n'est pas constante, elle varie suivant des circonstances météorologiques et hydrologiques encore inconnues. En voici des exemples sur des eaux analysées un jour après la prise ; un litre d'eau était distillé avec la magnésie, j'ai eu en ammoniaque :

0,16 le 31 mai ;

0,27 le 18 juin.

Dans les eaux des étangs salés, dans les eaux des tables des salines on peut obtenir des résultats très-variés suivant le degré de concentration des eaux et suivant aussi la nature même de ces étangs, la nature de leurs fonds, l'abondance plus ou moins grande des végétaux qui y vivent et leur commmunication plus ou moins large, plus ou moins fréquente avec la mer.

En résumé dans les analyses où on se propose de déterminer certains principes minéraux contenus dans les eaux de la mer, il faut bien noter les conditions dans lesquelles on opère et faire la part des êtres morts ou vivants qui s'y trouvent toujours.

DISCUSSION.

M. Pellet rappelle que M. Houzeau a constaté un fait inverse pour les eaux ordinaires.

M. JOULIE

Pharmacien de la Maison municipale de Santé de Paris.

ANALYSE DES TERRES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 26 août 1878. —

M. Joulie a été entraîné par les demandes des personnes qui achètent des engrais chimiques à rechercher quels sont ceux qui conviennent à un sol déterminé. La méthode qu'il a suivie a consisté à analyser simultanément les plantes développées sur un certain sol et le sol lui-même; les analyses déjà exécutées sont au nombre de 267 pour les terres, et de 271 pour les plantes. L'auteur a été très-frappé de voir à quel point la composition des plantes peut varier; il cite notamment les analyses de lin en fleurs qui lui ont présenté des variations extraordinaires se montant souvent à plus de 60 p. 100 du chiffre maximum fourni; en comparant ensemble les chiffres trouvés pour l'azote, l'acide phosphorique, la potasse et la chaux, il a remarqué que lorsque la récolte était bonne, ces différents éléments se trouvaient dans un certain rapport; ainsi dans de très bonnes récoltes on avait trouvé que, pour 1 d'acide phosphorique, il y avait à peu près 2 pour 100 d'azote, 3 de potasse et de 1 et demi à 2 de chaux; dans une mauvaise récolte, au contraire, il y avait pour 1 d'acide phosphorique, une quantité très-forte d'azote, considérable de chaux et faible au contraire de potasse. D'après lui, il ne faudrait pas seulement, comme on le fait souvent, ajouter au sol des engrais phosphatés et azotés, il faut savoir quel est l'élément de fertilité qui manque et c'est l'analyse de la plante qui permet de le trouver.

DISCUSSION.

M. Dehérain rappelle que d'après lui certaines plantes au moins ne vivent pas exclusivement de produits saturés d'oxygène, tels que les nitrates, les phosphates, les sels de potasse, il croit qu'un grand nombre de végétaux ont besoin pour acquérir tout leur développement de rencontrer dans le sol des matières ulmiques.

M. Pellet a étudié la composition des cendres des végétaux, il a remarqué que cette composition est variable, mais que si on s'occupe des bases, on trouve que les quantités de celles-ci se remplacent suivant leurs équivalents; ainsi la chaux remplace la potasse dans le rapport de 28 à 47; quand les plantes sont susceptibles de prendre de la soude comme la betterave, le poids de soude qui remplace la potasse est encore dans le rapport des équivalents de ces deux bases.

M. PELLET

Chimiste de la Compagnie de Fives-Lille.

RAPPORT DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE AU SUCRE DANS LA BETTERAVE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 27 août 1878. —

M. Pellet a étudié la betterave au point de vue des rapports qui existent entre la proportion de sucre qui est dans la racine et la quantité d'acide phosphorique qu'on trouve dans la plante entière; il s'appuie non-seulement sur des analyses qu'il a exécutées lui-même, mais sur celles qui sont dues à plusieurs observateurs, notamment M. Pagnoul; ces analyses l'ont conduit à voir que, pour 100 grammes de sucre existant dans la racine, il y a 1 gramme d'acide phosphorique dans la plante entière.

Ce rapport étant constant, l'auteur en conclut que si la quantité d'acide phosphorique qui existe dans le sol est insuffisante, la quantité de sucre formée ira en diminuant, que si le déficit d'acide phosphorique est de 1 kilogramme, la quantité de sucre non élaborée sera de 100 kilogrammes; de là, d'après l'auteur, les avantages que présente l'emploi des superphosphates dans la culture de la betterave.

MM. MILLOT et MAQUENNE

Professeurs à l'École d'agriculture de Grignon.

PROCÉDÉ DE DOSAGE DE L'ARSENIC.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. Millot, en son nom et en celui de son collaborateur M. Maquenne, indique un procédé de dosage de l'arsenic ; on emploie l'appareil de Marsh, puis on oxyde au moyen d'acide azotique fumant l'hydrogène arsenié formé, l'acide arsenique formé est, après évaporation, dosé par l'acétate d'urane, d'après la méthode employée généralement pour les phosphates.

DISCUSSION.

M. Thénard insiste sur une ancienne méthode due à son père ; elle consiste à faire passer l'hydrogène arsenié sur une spirale de cuivre d'abord oxydée, puis réduite par l'hydrogène, l'arsenic se fixe sur le cuivre, et on peut en apprécier la quantité par une pesée ; cette méthode présente ce grand avantage qu'on voit l'arsenic engagé en combinaison.

M. Eugène MARCHAND

Correspondant de l'Académie de médecine, à Fécamp.

ÉTUDE SUR LA FERMENTATION LACTIQUE DU LAIT SUIVIE DE RECHERCHES SUR LA COMPOSITION DU LAIT SÉCRÉTÉ PAR LES VACHES DE DIFFÉRENTES RACES (1).

— *Séance du 27 août 1878.* —

(1) Ce mémoire est publié *in extenso* à la section de chimie, page 411.

M. GUBLER

Membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine, médecin des hôpitaux.

INFLUENCE DE LA SUPPRESSION DES FLEURS POUR LA FORMATION DES TUBERCULES.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. Gubler insiste sur l'intérêt qu'il y aurait à empêcher la floraison des plantes cultivées pour leurs tubercules ; il pense que les principes immédiats utilisés à la formation des fruits pourraient refluer vers les tubercules et augmenter la récolte.

M. ADAM

ANALYSE DU LAIT.

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. Adam signale les incertitudes que présentent les procédés généralement en usage pour doser la matière azotée et le beurre contenu dans le lait ; il propose une méthode fondée sur l'emploi d'un mélange d'alcool à 75° et d'éther, celui-ci formant 10 à 11 pour 100 du liquide; sous l'action de ce mélange et d'une trace de soude, le lait se sépare en deux couches, la couche supérieure renferme la totalité des matières grasses.

M. le Baron P. THÉNARD

Membre de l'Institut.

RECHERCHES SUR L'AMBLYGONITE ET LES MOYENS DE L'UTILISER EN AGRICULTURE.

— *Séance du 28 août 1878.* —

Après s'être contentée du noir animal et des os qui lui suffisaient au-delà de ses besoins, l'agriculture est allée demander à la géologie l'acide phosphorique, dont elle fait aujourd'hui un si grand usage, et il est équitable de payer un tribut d'hommages à Liebig qui a prophétisé le parti que nous en tirerions un jour et à M. de Molon, qui en consacrant

sa vie et sa fortune à en rechercher les gisements, a démontré que la France était sous ce rapport un des pays les mieux dotés.

Cependant au train dont on y va, et au prix qu'il a acquis, il est prudent de ne négliger aucune source.

Jusqu'ici quelques noms qu'on leur donne, les phosphates de chaux ont seuls été sérieusement exploités, cependant ils ne sont pas les seuls et l'alumine plus que la chaux elle-même, par suite de son avidité pour l'acide phosphorique, forme des amas qui ont déjà fixé l'attention.

Mais soit préjugé de la part des agriculteurs, soit manque de procédés industriels, le petit nombre de ceux qui se sont engagés dans cette voie n'ont pas été heureux.

Le serai-je plus qu'eux? Il y aurait de l'orgueil à le dire, mais aussi de la faiblesse à ne pas le tenter.

Ce n'est du reste pas spontanément que j'ai entrepris cette étude : elle m'a été inspirée par nos amis le Baron Poisson et l'ingénieur Burat, qui tous deux avaient étudié le gisement de phosphate lithineux de Montebras, dans la Creuse, dont le beau minéral a reçu le nom d'amblygonite.

C'est cette étude que je vais avoir l'honneur d'exposer, j'aurais peut-être plus hésité à l'entreprendre si nos amis ne m'avaient assuré que le gisement promettait de la puissance : leurs prévisions se réaliseront-elles? ils sont trop éminents et trop sages pour oser l'affirmer, cependant je ne suis pas sans espérance que du présent travail on pourra tirer d'utiles renseignements pour la mise en valeur d'autres roches moins précieuses que celles de Montebras et dont le phosphate d'alumine forme la base.

L'amblygonite au point de vue minéralogique a été plus particulièrement étudiée par M. l'ingénieur des mines Moissenet.

Divers chimistes l'avaient analysé et aux échantillons près nous n'avons qu'à confirmer leurs résultats. Cependant, opérant sur des masses relativement grandes pour en isoler l'acide phosphorique, nos résidus ultimes nous y ont révélé des quantités très-sensibles de cuivre, que l'analyse dans les conditions ordinaires ne permettait pas de saisir, nous y soupçonnons même du nickel, peut-être du cobalt.

La première de nos analyses a été faite par un de nos élèves M. Baillache, dans le laboratoire et sous les yeux de M. Joulie, dont les travaux sur le dosage de l'acide phosphorique, et sur l'analyse des terres le rendent le maître en ce genre de recherches.

L'échantillon provenait de l'école des mines, il avait été recueilli par M. Moissenet et nous avait été remis par notre éminent confrère Friedel, conservateur des collections.

La seconde a été faite par nous, l'échantillon provenait d'un lot de

dix mille kilos qui nous avait été galamment adressé par le baron Poisson et qui plus que l'échantillon précédent représente la réalité industrielle, l'allure moyenne si on veut du gisement; 100 kilos en ont été prélevés un peu partout dans la masse, puis pulvérisés sous des meules verticales et passés au tamis 100.

Cette pulvérisation et ce tamisage sont d'ailleurs des plus aisés, avantages que présentent rarement les phosphates de chaux naturels.

Voici les résultats :

1° Analyse de M. Baillache. Amblygonite de l'école des Mines.

Acide phosphorique	45.988
Alumine	28.702
Lithine	6.750
Potasse	1.620
Soude	250
Fer (il est à l'état de sesquioxide)	1.710
Fluor et Silice volatilisée	6.080
Silice restée fixe	2.200
Chaux	traces
Humidité et pertes	6.700
	100.000

2° Analyse par nous-mêmes. Amblygonite Poisson.

Acide phosphorique	39.00
Alumine	25.66
Sesquioxide de fer	1.71
Chaux	1.10
Résidus insolubles dans l'acide sulfurique	10.55
Parties négligées (lithine, potasse, soude, fluor, cuivre, etc.)	21.98
	100.00

Comme on le voit par sa richesse en acide phosphorique, et en alumine et sa pauvreté en fer, l'amblygonite est un minéral qui contient des éléments précieux pour l'industrie et l'agriculture, éléments qu'augmentent encore de valeur les alcalis qu'il renferme.

Pour nous comme pour nos prédécesseurs le problème consistait à sectionner l'amblygonite en deux parts : accumulant dans l'une l'alumine et dans l'autre l'acide phosphorique, les alcalis et le fer.

Après avoir tatonné dans diverses directions nous avons fini par résoudre utilement le problème en découvrant le fait suivant.

L'alumine et l'acide phosphorique se séparent au sein d'un excès d'acide sulfurique concentré à 60°, mais tandis que l'alumine forme un persulfate insoluble dans l'acide sulfurique et très-peu soluble dans l'eau froide, l'acide phosphorique forme dans les deux cas un acide sulfoconjugué liquide.

En sorte qu'une fois la réaction opérée il suffit pour les séparer l'un de l'autre de décanter d'abord l'acide sulfo-phosphorique et de laver ensuite le persulfate d'alumine.

La suite va donner la mesure précise de la réaction quand le milieu ambiant marque 12° thermométriques.

Commençons cependant par donner les détails de l'opération ?

Sur la plaque en fonte d'un fourneau ordinaire nous avons déposé une nacelle faite avec une feuille de plomb relevée par les bords.

Les dimensions de cette nacelle sont de : en cuvette 40c sur 40c et en hauteur 18c.

Nous y avons versé 10 litres d'acide sulfurique des chambres, c'est-à-dire 16 à 17 kilos, et nous avons chauffé à 150°.

Arrivé à ce point nous y avons, en remuant toujours, jeté par portion 5 kilog. d'amblygonite pulvérisée et tamisée comme il a été dit. Ayant soin d'attendre après chaque mise que l'effervescence due à un abondant dégagement d'acide hydrofluosilicique soit passée.

Toute l'amblygonite étant entrée dans la nacelle nous chauffons alors graduellement et en remuant fréquemment jusqu'à 180° et vers la fin jusqu'à 190° dans le but non pas seulement d'achever l'attaque, mais encore dans celui de chasser toute l'eau que l'acide et les sels peuvent abandonner à cette température.

L'opération de la chauffe dure environ huit heures dont deux pour la mise en charge du minéral et six pour achever l'attaque et concentrer l'acide.

Alors nous laissons refroidir pendant douze heures au moins.

Au bout de ce temps il se forme deux couches : l'une liquide qui surnage, l'autre, pâteuse et semée d'écailles dures et cristallisées.

La première contient la grande majorité de l'acide phosphorique et si peu d'alumine et de fer que nous n'hésitons pas à les abandonner — l'autre au contraire contient la plus grande part de ces deux éléments, mais elle est imbibée d'assez d'acide sulfophosphorique pour qu'il faille la laver.

Le lavage s'opère méthodiquement et par quatre eaux successives, la dernière étant nécessairement de l'eau pure et la première une eau qui par suite des lavages précédents a déjà 1, 2 de densité.

La matière solide ainsi lavée est du persulfate d'alumine mélangé au résidu inattaquable ou inattaqué — quant à l'acide phosphorique il n'y entre guère que pour 51 parties contre 1060 d'alumine utile — de plus cet acide phosphorique n'est guère uni qu'à du sesquioxide de fer.

La partie restée liquide, à laquelle on réunit les eaux du lavage les plus chargées, dont la densité est de 1.5 contient de l'acide sulfurique en majeure partie, de l'acide phosphorique, de la lithine, de la potasse, de la soude, de la chaux, et la part d'alumine et de sel que les liquides ont retenu.

Pour cinq kilos d'amblygonite cette part monte à 0 k. 223.

Le sexquioxide de fer total est de 0 k. 085.

Maintenant que faire du persulfate d'alumine et des eaux résidus.

On peut à volonté employer le persulfate d'alumine en nature, pour cela il suffit de l'entretenir pendant une heure à l'ébullition dans de l'eau à filtrer et à le purifier de fer en y ajoutant une très petite quantité de prussiate jaune d'ailleurs facile à doser directement en empruntant à M. Joulie sa soucoupe suifée et y déposant d'un côté des gouttes de persulfate d'alumine, de l'autre des gouttes de prussiate jaune et les tâtant avec ces mêmes réactifs inversés.

On peut aussi faire de l'alun qui pour les deux tiers est pur de fer et pour le reste n'en contient que des traces qu'enlèvent une seconde cristallisation au sein même des eaux aluneuses fournies par l'opération qui succède à celle-ci.

Quant au liquide de la nacelle de plomb décanté dès l'abord et aux eaux de lavage marquant 1,5 de densité et retirées du roulement méthodique, en raison de leur double acidité, on peut les employer à attaquer des phosphates de chaux, qui alors s'enrichissent grandement de leur présence.

Si maintenant on veut se rendre un compte industriel de l'opération voici où conduit le calcul :

Cinq kilog. de l'amblygonite Poisson donnent :

Alun de potasse	9 k. 844
Comptant en alumine	1 k. 060

Et on retrouve dans les liquides résidus propres à l'attaque des phosphates naturels.

Acide sulfurique compté à 2 eq. d'eau. Acide phosphorique libre ou combiné à des protoxides (lithine, potasse, soude, chaux)	1 k. 559
Alumine	0 k. 223
Acide phosphorique uni à l'alumine	0 k. 315
Sesquioxide de fer	0 k. 085
Acide phosphorique uni au fer	0 k. 076

C'est-à-dire que 80 0/0 de l'acide phosphorique sont devenus libres, et 20 0/0 sont restés combinés à l'alumine ou au fer.

Faut-il croire que les 20 0/0 soient sans valeur agricole?

M. Millot nous a expliqué la rétrogradation, il nous a fait voir qu'elle dépend surtout du fer contenu dans les phosphates de diverses natures, non pas que l'alumine ne fasse pas aussi rétrograder les superphosphates, mais comme elle y est peu abondante et à l'état de silicate elle y produit peu d'effet.

Or, il est reconnu que le phosphate de fer chimiquement divisé a une action sur la végétation égale au phosphate acide de chaux, à cela près qu'au lieu de se produire dès l'année même, elle retarde d'un an son effet.

Par conséquent en ce qui touche l'acide phosphorique afférent au fer (0,076) il a toute la valeur d'un superphosphate, car il en est peu qui ne rétrograde pas bien au-delà.

Mais peut-être n'admettra-t-on pas qu'il en soit de même du phosphate d'alumine : j'ai été longtemps de cet avis, mais il en faut revenir.

Dans ces recherches sur l'amblygonite, nous avons en effet reconnu que le phosphate d'alumine précipité, échange son acide avec celui d'un sel de fer aussitôt qu'on les mélange ensemble, et d'une manière d'autant plus instantanée et complète que la dissolution est plus étendue.

Par conséquent mettre dans un terrain si peu ferrugineux qu'il soit du phosphate d'alumine précipité et à *fortiori* en dissolution dans un acide, c'est y mettre du phosphate de fer précipité et ramener ainsi les eaux phosphatées que nous considérons ici à un superphosphate rétrogradé seulement au cinquième, chiffre auquel s'abonneraient les meilleurs fabricants d'engrais et avec eux les consommateurs tant soit peu éclairés.

Tel est le résumé de nos études sur l'amblygonite, on voit que nos procédés ont toute chance de s'appliquer avec quelques succès aux autres minéraux à base de phosphate d'alumine dont les gisements sont plus multipliés et abondants qu'on ne le croit.

Cependant avant de terminer qu'il nous soit permis de signaler encore trois faits assez curieux.

Nous ne sommes pas arrivés du premier coup aux conclusions que nous donnons ici, et les hasards du laboratoire nous ont conduit de l'amblygonite à l'apatite et à la lépidolyte avec toutes leurs formes et leur composition.

Quand en effet on chauffe un mélange à parties égales d'amblygonite et d'hydrate de chaux, on obtient une pâte, qui, pulvérisée et mélangée avec quatre fois son poids de sulfate de potasse et chauffée à nouveau, donne, après le refroidissement une belle géode de cristaux d'apatite.

Si au sulfate de potasse on substitue du chlorure de calcium et qu'on ne ménage pas le feu, la masse se contracte et se couvre à la périphérie d'aiguilles du même minerai.

Si, dans un tube scellé à la lampe, on chauffe à 160° de l'amblygonite dans une solution concentrée de silicate de potasse, on obtient une pierre vraiment dure qui a l'aspect cristallisé et la composition de la lépidolite.

Enfin si on chauffe dans une cornue de grès un mélange d'amblygonite et de charbon, on obtient du phosphore en quantité peut-être utilement industrielle.

M. MILLOT

MODE DE FABRICATION DES PHOSPHO-GUANOS. DOSAGE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 28 août 1878 —

M. MILLOT expose d'abord le mode de fabrication des phospho-guanos au moyen des phosphates de chaux qui existent en si grande quantité dans les guanos lavés des îlots, qui ne sont qu'à une faible altitude au-dessus du niveau de la mer, de telle sorte que la vague déferle par-dessus et enlève tous les produits solubles.

Les superphosphates sont ensuite additionnés de sels ammoniacaux de façon à acquérir une certaine richesse en azote.

M. Millot expose ensuite ses travaux sur les causes de la *rétrogradation*; on sait que si l'on fait le dosage de l'acide phosphorique soluble dans l'eau dans un superphosphate fraîchement préparé, on trouve d'ordinaire une quantité d'acide phosphorique libre, beaucoup plus grande que celle qui existe dans le même échantillon quelque temps plus tard; l'acide qui, après avoir été dissous, est ensuite redevenu insoluble, est dit acide rétrogradé. M. Millot a reconnu que cette rétrogradation est due à la combinaison que contracte peu à peu l'acide phosphorique libre avec les oxydes de fer ou avec l'alumine existant dans les phosphates naturels employés à la fabrication; quand on fait usage de nodules des Ardennes, la rétrogradation est due au sesquioxyde de fer; dans les phosphorites du Lot, elle est due à l'alumine.

M. Millot expose la méthode d'analyse qui est généralement employée; on sépare l'acide phosphorique soluble par un lavage à l'eau, l'acide phosphorique bicalcique à l'aide de l'acide acétique; l'acide phosphorique rétrogradé est dissous par le citrate d'ammoniaque, enfin, on dissout l'acide phosphorique total sur un autre échantillon à l'aide de l'acide chlorhydrique.

Quant aux méthodes de dosage, M. Millot emploie la précipitation par les liqueurs magnésiennes et ammoniacales renfermant de l'acide citrique, de façon à précipiter l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, il fait ensuite le dosage à l'aide d'une liqueur titrée d'urane; ce procédé étant employé dans tous les laboratoires, il n'y a pas lieu d'insister davantage.

DISCUSSION

M. JOULIE insiste sur les avantages qu'il y aurait à ce que les méthodes d'analyses soient absolument fixées, ce serait la seule manière d'obtenir des analyses concordantes.

M. DEHÉRAIN est tout prêt à adopter les méthodes préconisées par M. Joulie, qu'il considère comme excellentes, il les a mises entre les mains de ses élèves de Grignon qui réussissent généralement à faire des dosages exacts. M. Dehérain ne fait de réserves que sur l'emploi du citrate d'ammoniaque

pour le dosage de l'acide phosphorique rétrogradé; il ne lui semble pas que l'emploi de ce procédé soit encore suffisamment justifié pour que la section lui donne sa haute sanction.

Après une discussion à laquelle prennent part MM. Broch, président d'honneur, Gunning, Corenwinder, la section émet l'avis qu'il serait très-utile qu'on s'accordât à employer une méthode unique pour le dosage de l'acide phosphorique des engrais.

M. P.-P. DEHÉRAIN

Professeur à l'École d'agriculture de Grignon, aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle.

SUR L'ÉVAPORATION DE L'EAU PAR LES FEUILLES DES VÉGÉTAUX.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. Dehérain communique à la section ses recherches sur l'évaporation de l'eau par les feuilles des végétaux placés dans une atmosphère renfermant de l'acide carbonique.

L'auteur rappelle que dans un mémoire qui remonte à 1869, il a remarqué que les rayons les plus efficaces pour déterminer l'évaporation de l'eau par les feuilles étaient en même temps ceux qui déterminaient le plus énergiquement la décomposition de l'acide carbonique dans les cellules à chlorophylle, de telle sorte que l'auteur avait conclu qu'il existe « entre ces deux grands phénomènes de l'activité végétale une liaison dont il reste à déterminer la nature. »

Depuis cette époque de nombreux travaux ont été publiés sur l'évaporation et sur la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles; M. Wiessner, de Vienne notamment, a fait voir que les rayons les plus efficaces pour déterminer l'évaporation sont ceux qui sont absorbés par la chlorophylle. M. Timiriazeff, physiologiste russe très-distingué, a montré d'autre part que les rayons efficaces pour déterminer la décomposition de l'acide carbonique, sont encore ceux qui sont riches en radiation calorifiques et lumineuses et qui, de plus sont absorbés par la chlorophylle.

Ces deux séries d'observations montraient la justesse de l'opinion émise par M. Dehérain en 1869; mais l'auteur ne s'est pas arrêté là: il a pensé que, puisque c'étaient les mêmes rayons qui déterminaient l'évaporation et la décomposition, il devenait probable que si on plaçait une feuille dans une atmosphère renfermant de l'acide carbonique, les rayons employés à décomposer cet acide ne pourraient pas être utilisés pour évaporer de l'eau et que par suite, l'évaporation diminuerait.

C'est ce que l'expérience a très-nettement confirmé pour toutes les plantes à feuillage caduc observées : il est arrivé souvent que la quantité d'eau recueillie dans les tubes renfermant de 4 à 6 pour 100 d'acide carbonique tombaient à moitié de ce qu'on obtenait pour des feuilles analogues placées dans une atmosphère dépouillée d'acide carbonique.

Il est probable que les réactions qui se produisent dans les feuilles sont très-complexes; mais si on réduit, par la pensée le phénomène à sa plus grande simplicité, on conçoit qu'on puisse, dans une certaine mesure, trouver que l'évaporation d'une certaine quantité d'eau représente le travail accompli par les rayons solaires pour décomposer une certaine quantité d'acide carbonique, et que par suite, comme il est facile de calculer le nombre de calories nécessaire pour volatiliser une certaine quantité d'eau, on puisse en déduire le nombre des calories employées à la décomposition de l'acide carbonique dans la feuille.

M. LADUREAU

Directeur du Laboratoire de l'État et de la station agronomique du Nord.

ÉTUDE SUR LA CULTURE DE LA BETTERAVE A SUCRE. — INFLUENCE DE L'ÉPOQUE DE L'EMPLOI DES ENGRAIS. — SUR LA PRÉSENCE DE L'ACIDE NITRIQUE DANS LES BETTERAVES A SUCRE (1).

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. Ladureau présente à la section le résultat de ses observations de 1877 sur la culture de la betterave. Il a cherché à déterminer quelle était l'époque la plus avantageuse d'enfouissement des engrais, et il a reconnu que les engrais organiques, tels que chiffons, déchets de laines, matières animales torréfiées, ont donné des résultats beaucoup plus avantageux lors qu'on les a mis en terre avant l'hiver, que lorsqu'on les a employés au printemps. Par contre, il paraît plus avantageux de n'employer les engrais chimiques renfermant de l'azote, de l'acide phosphorique et de la potasse à l'état soluble et facilement assimilable, qu'au moment des semailles, c'est-à-dire au printemps.

Le mélange de matières animales, désagrégées par la torréfaction, et de phosphate précipité est la fumure qui a donné les meilleurs résultats au point de vue de la richesse saccharine; mais l'engrais complet, avec azote nitrique, a eu la supériorité pour le rendement en poids à l'hectare.

M. Ladureau a recherché en outre quelles étaient les quantites d'azote à l'état de nitrate qui existaient dans les betteraves développées sous l'influence de différents engrais. On a donné une dose égale d'azote sous forme organique, ammoniacale et nitrique, à trois parcelles de betteraves : c'est l'engrais à azote ammoniacal qui a donné lieu à la plus faible proportion de nitrate; en second lieu vient l'engrais à base d'azote organique, puis l'engrais à base d'azote nitrique. Lorsqu'on a employé les doses d'engrais organique assez élevées, on a reconnu dans les betteraves plus de nitrates que lorsque les nitrates ont été employés directement comme engrais. Il est à peu près impossible de décider, par l'analyse des betteraves, si on a employé des nitrates à leur alimentation.

MM. Corenwinder et Joulie appuient les conclusions de M. Ladureau.

(1) Publié *in extenso* dans les *Annales agronomiques*, t. I, p. 261 et 265.

M. LADUREAU

Directeur du Laboratoire de l'État et de la Station agronomique du Nord.

ÉTUDES SUR LA CULTURE DU LIN A L'AIDE DES ENGRAIS CHIMIQUES (1).

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. Ladureau a étudié aussi le lin. Il a évalué la valeur commerciale d'après la finesse de la fibre, et a suivi ses variations suivant les divers engrais employés. Il conclut à la nécessité d'employer des engrais potassiques et magnésiens ; dans ces conditions, la récolte est faible, mais d'excellente qualité qui compense largement la quantité. Enfin il a étudié les brûlures du lin.

DISCUSSION

A la suite d'une discussion sur les communications précédentes, au point de vue des éléments qui entrent dans les betteraves, lins, etc., comparés aux éléments fournis par les engrais employés, la section adopte les deux résolutions suivantes :

1° On demande trop à un expert en lui demandant de dire si une plante a poussé en présence de tel ou tel engrais, quand on remet audit expert la plante pour tout élément.

2° D'après des faits nombreux et les pratiques de certains fabricants, la section juge que le nitrate de soude ne doit pas être absolument proscrit de la culture des betteraves ; mais l'abus seul doit en être proscrit.

M. PELLET

Chimiste de la Compagnie de Fives-Lille.

NOUVELLE LIQUEUR CUIVRIQUE CARBONATÉE POUR LE DOSAGE DU SUCRE ET DU GLUCOSE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. Pellet insiste sur les inconvénients que présentent les liqueurs cupro-potassiques employées habituellement; il est rare que ces liqueurs ne changent pas de titre; elles laissent souvent déposer après quelques mois de petites quantités d'oxydule de cuivre, et par conséquent, elles doivent être titrées de nouveau avant d'être employées. M. Pellet est arrivé à préparer une liqueur dont le titre ne varie pas, et dont la composition est la suivante :

200 gr. de sel de seignette
100 gr. de carbonate de soude pur et sec
69 à 70 gr. de sulfate de cuivre pur cristallisé
7 gr. de sel ammoniac.

(1) Publié *in extenso* dans les *Annales agronomiques*, t. IV, p. 538.

Le tout est mis ensemble avec 600 gr. d'eau. On dissout à chaud, et on complète un litre à 15°.

M. Pellet termine en disant qu'il est nécessaire de titrer cette liqueur par rapport aux solutions concentrées et par rapport aux solutions faibles.

DISCUSSION

M. Livache rappelle que depuis longtemps M. Aimé Girard obtient des résultats très-exacts et très-rapides en réduisant directement l'oxydule de cuivre, recueilli sur le filtre par un courant d'hydrogène, après incinération, et en pesant le cuivre métallique ainsi obtenu.

M. P.-P. DEHÉRAIN

Professeur à l'École d'agriculture de Grignon, aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle.

SUR L'ASSIMILATION DE LA SOUDE PAR LES VÉGÉTAUX.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 29 août 1878. —

M. Dehérain entretient la section de ses recherches sur l'assimilation de la soude par les végétaux. Il rappelle que la plupart des plantes terrestres ne présentent pas de soude dans leurs cendres. Le fait a été établi par M. Péligot et vérifié depuis un grand nombre de fois. M. Dehérain a cherché quelles sont les causes qui empêchent la soude de passer dans les végétaux. Il a expérimenté d'abord sur des haricots enracinés dans l'eau ; il a reconnu que si l'on présente à ces plantes du chlorure de sodium seul, il entre toujours en petite quantité, mais que si on le donne mélangé à d'autres sels, il ne pénètre plus que s'il se trouve en quantité notable ; ainsi, quand on place un haricot dans une dissolution renfermant 1 gramme par litre de sel marin, on peut reconnaître la soude dans les cendres de la plante ; mais on n'en trouve pas en quantité sensible dans les cendres d'un haricot placé dans une dissolution renfermant 1 gramme de sel marin, 1 gramme d'azotate de chaux et 1 gramme d'azotate de potasse. La soude pénètre en petite quantité dans un haricot placé dans une dissolution de 4 grammes de sel marin, 1 gramme d'azotate de chaux, 1 gramme d'azotate de potasse, mais l'assimilation est bien plus rapide quand le haricot plonge dans une dissolution ne renfermant que 4 grammes de sel marin par litre; dans ce dernier cas, la plante périt très-rapidement, tandis qu'elle vit plusieurs jours dans le liquide renfermant, outre les 4 grammes de sel marin, les azotates de chaux et de potasse.

Les haricots semés dans une terre ordinaire ne prennent de soude que lorsque celle-ci est donnée en quantité considérable, et alors la plante périt. La dose qui suffit pour faire mourir un haricot enraciné dans un pot de fleurs, est tout à fait insuffisante pour pénétrer dans un haricot semé en pleine terre ;

le sel marin se diffuse dans le sol, et dès lors il ne se trouve plus en proportion su ffisante par rapport aux autres matières dissoutes pour pouvoir être absorbé. L'auteur estime que si les plantes ne prennent pas habituellement de soude, la raison en est tout simplement que cette base ne se trouve pas répandue dans le sol en quantité suffisante pour dominer sur les autres matières avec lesquelles elle se trouve mêlée, condition indispensable à son assimilation.

Si les phénomènes de diffusion suffisent à expliquer la pénétration de la soude quand elle est présentée à la plante en quantité notable, s'ils suffisent encore pour faire comprendre qu'il existe souvent dans les végétaux de très-petites quantités de soude facile à reconnaître par la coloration des flammes, mais trop faibles pour pouvoir être caractérisées par les réactifs ordinaires, ces mêmes phénomènes de diffusion n'expliquent plus pourquoi la soude pénètre plus facilement quand elle est présentée à la plante sans être mélangée à d'autres sels.

Pour expliquer comment le sel marin est assimilé plus facilement quand il est seul que lorsqu'il se trouve mélangé à d'autres sels, l'auteur a répété les expériences de M. Bœhm sur la germination des haricots; le savant physiologiste autrichien a reconnu que des haricots enracinés dans de l'eau distillée restent chétifs, ils ne peuvent utiliser la réserve contenue dans leurs cotylédons, il n'en est plus de même s'ils sont enracinés de l'eau ordinaire renfermant des sels de chaux. M. Dehérain a reconnu en outre que les cotylédons se vident quand le haricot est enraciné dans de l'eau tenant en dissolution du sel marin. Dans ce cas le sel marin est donc utilisé, et l'auteur pense que c'est là la raison de son assimilation plus rapide; pour s'en assurer, il a placé des haricots commençant à se développer dans une dissolution très-étendue de sel marin, en déterminant le volume de cette dissolution après quelques jours et en dosant le sel marin qui y était contenu, on a reconnu que le sel peut être pris en plus grande quantité que l'eau, ce qui indique nettement qu'il a été utilisé par la plante, qu'il s'est engagé en combinaison dans ses tissus; la raison pour laquelle le sel marin pénètre plus facilement dans le haricot, lorsqu'il est seul que lorsqu'il est mêlé à d'autres sels, est donc que dans ce cas particulier, il est utilisé par la plante, tandis qu'il n'en est pas de même lorsque celle-ci trouve à portée de ses racines des sels de chaux ou de potasse (1).

L'ordre du jour de la section d'agronomie comportait en outre le mémoire suivant qui n'a pu être lu faute de temps :

M. R. Balguerie. — Création d'un canal de navigation, d'irrigation et de colmatage dans les départements de la Gironde et des Landes.

(1) Le Mémoire dans lequel est traitée *in extenso* la question précédente est publié dans les *Annales Agronomiques*, tome IV, fascicule d'octobre 1878.

14[me] Section

GÉOGRAPHIE

Président d'honneur........	M. le général RICCI, de Turin.
Président..................	M. MAUNOIR, Secrétaire général de la Société de géographie.
Vice-Présidents............	MM. le D[r] HAMY, Aide-Naturaliste au Muséum d'histoire naturelle H. DUVEYRIER.
Secrétaire.................	M. H. CAPITAINE, Directeur du journal *l'Exploration*.
Vice-Secrétaire	M. VALH, Professeur de géographie au lycée d'Alger.

M. le D[r] Jules CARRET

A Chambéry (Savoie).

LA DISTRIBUTION DES ANTIPODES ET LES INDICATIONS A EN TIRER PAR LES EXPLORATEURS.

— Séance du 23 août 1878. —

Je crois que l'étude de la disposition des antipodes peut fournir des indications utiles aux explorateurs des contrées inconnues. Telle est l'idée que je vais essayer d'exposer et d'établir.

Je m'attacherai principalement à montrer que sur de larges surfaces du globe, les antipodes se distribuent, non point au hasard, mais suivant des règles certaines, — et ma démonstration sera bien près de son terme.

Tout le monde sait que l'antipode d'un point quelconque de la surface terrestre se trouve sur la ligne droite qui passe par ce point et par le centre de la Terre, à l'endroit où cette ligne rencontre une seconde fois la surface du globe.

Pour obtenir l'antipode d'une surface, de la surface de l'Australie, par exemple, on peut encore se figurer que par chacun des points de

cette surface on mène des lignes droites qui, toutes, passent par le centre du globe ; — à partir du centre ce faisceau de lignes s'écarte, et, à son intersection avec l'hémisphère opposé, il dessine une Australie renversée, que l'on admet être de surface égale à l'Australie vraie, parce qu'on admet en cartographie que la forme de la planète est un ellipsoïde régulier.

Dans la carte que j'ai l'honneur de vous soumettre, vous comprenez qu'un point quelconque de la surface terrestre est dessiné au même lieu que son antipode. (Planche XX.)

Les parties à hachures horizontales représentent les terres vues directement comme on les voit dans les cartes ordinaires.

Les parties à hachures verticales sont les terres de la région antipodale du globe.

Ces parties ont pour antipodes des mers.

Les parties à hachures croisées ou carrées représentent les terres qui ont pour antipodes des terres. Elles complètent tout l'ensemble des surfaces précédentes.

Les points à hachures doubles sont nombreux, surtout dans l'Amérique du Sud et dans l'Afrique; cependant leur surface totale est petite.

Les parties non teintées et demeurées en blanc sont les mers qui ont pour antipodes des mers.

Remarquons tout d'abord que l'ancien continent forme son antipode dans l'océan Pacifique; seule, une petite portion de l'Asie s'inscrit sur l'Amérique du Sud et dans les régions australes de l'océan Atlantique; — que l'antipode du nouveau continent, contournant l'Australie, envahit la mer des Indes; — que les antipodes de l'Australie et de la Nouvelle-Guinée s'inscrivent dans le bassin nord de l'océan Atlantique.

Ainsi, prises dans leur ensemble, les terres semblent s'être réparties la surface du globe de manière à ne pas avoir des terres à leurs antipodes. L'explication de ce fait est assez simple.

Si l'on cherche à diviser le globe en deux hémisphères dont l'un contienne la plus grande quantité possible de terres émergées, on trouve que les cinq sixièmes environ des terres sont situées sur une seule moitié du globe; — on comprend donc qu'une petite surface de terres seulement peut avoir des terres à ses antipodes, et que la surface carminée doit former un total faible.

J'ai tracé sur ces cartes le grand cercle qui, d'après mes recherches, divise le mieux le globe en hémisphère terrestre et hémisphère aqueux. Son plan forme sensiblement un angle de 40 degrés avec le plan de l'équateur. Il rencontre l'équateur au 83e degré est et au 97e ouest. Ce grand cercle est important en ce qui concerne la distribution des antipodes.

Dans certaines régions du globe, les saillies ont le plus souvent des creux pour antipodes, et les creux ont pour antipodes des saillies.

D'autres régions obéissent à la règle contraire, à savoir : les creux ont le plus souvent pour antipodes des creux, — et les saillies des saillies.

Je vais donner des exemples à l'appui de chacune de ces règles.

L'antipode de l'Australie, disais-je, se place dans le bassin nord de l'océan Atlantique. Il occupe la partie la plus large et probablement la plus profonde de ce bassin, et se développe de plusieurs côtés jusqu'à toucher presque les îles de l'Atlantique. L'Australie présente une saillie dont l'antipode remplit un creux et évite les saillies.

La côte orientale de l'Australie se bombe dans l'espace borné par les Açores, Madère, les Canaries et les îles du Cap-Vert. La côte nord-ouest s'allonge parallèlement à la côte de l'Amérique du Sud, proémine en face du golfe où se déversent l'Essequibo et le Corentyne, recule en face des côtes saillantes de la Guyanne Française et de Paria, recule un peu plus au voisinage des Petites Antilles, tout proche desquelles s'arrêtent les écueils coralliens du groupe de Rowley. La côte occidentale se creuse devant les Bermudes, formant ainsi le golfe de Perth, et les Bermudes sont à moins d'un degré de la côte australienne. Le grand golfe du sud de l'Australie semble déterminé par la présence des bancs de Terre-Neuve; et le détroit de Bass, qui sépare l'Australie de la Terre de Van-Diemen, semble ouvert pour laisser place à divers écueils et bancs de sable de l'archipel des Açores. Le groupe des Açores dessine un arc de cercle dont la concavité est tournée vers le Nord; la Tasmanie occupe cette concavité sans toucher aucune terre des Açores.

Dans la partie du bassin de l'Atlantique occupée par l'antipode de l'Australie, les moindres profondeurs sont comprises entre le 20e et le 30e degrés de latitude, et le 120e et le 140e de longitude; c'est l'antipode de la région généralement plate et basse du bassin du lac Eyre et du grand désert australien. Les plus grandes profondeurs qu'on ait pu mesurer avec quelque certitude, reçoivent les antipodes des hauts plateaux de l'ouest où sont les sources du Fortescue, des hauts plateaux de la Terre d'Arnheim, et des chaînes de montagnes qui s'étendent le long de la côte orientale, depuis les monts de Mac Kinlay jusqu'aux monts de Liverpool.

En ce qui concerne l'Australie, la règle qui veut que les saillies aient des creux à leurs antipodes, ne souffre aucune exception, et les confirmations sont trop nombreuses pour qu'il soit possible d'invoquer un pur et simple hasard.

Au premier coup d'œil, l'Afrique, où s'inscrivent les antipodes de plusieurs centaines d'îles de la Polynésie, semble échapper à cette règle.

Mais si nous regardons en quels lieux tombent les antipodes des îles polynésiennes, nous allons trouver un exemple plus probant encore que celui fourni par l'Australie.

Constatons d'abord que les régions élevées du continent africain sont généralement exemptes de marques antipodales.

Aucun antipode ne tombe sur le massif de l'Atlas. L'antipode de la partie nord de la Nouvelle-Zélande empiète un peu sur le Maroc au voisinage de Ceuta, mais il respecte le Djebel Serka, la petite chaîne qui domine Ceuta et Tetouan.

Sur le littoral de la mer Rouge s'étend la chaîne Arabique, depuis le golfe de Suez jusque vers le 22e degré de latitude; là, elle s'interrompt; vers le 19e degré se dresse le massif de Souakin; et, après une nouvelle interruption, on rencontre le groupe des montagnes d'Abyssinie. Aucun antipode n'est marqué sur la chaîne Arabique jusqu'au voisinage de Souakin. Au nord et au sud de Souakin, dans les deux interruptions, se placent des antipodes de l'archipel des Touamotou. Le massif de l'Abyssinie, comme le massif de Souakin, est cerné : au nord par les antipodes du vaste archipel des Touamotou, au sud par l'archipel des îles Marquises.

Aucun antipode ne se pose sur la chaîne qui borde le golfe d'Aden.

Depuis le pays des Gallas jusqu'au cap de Bonne-Espérance, se dressent de hautes chaînes de montagnes, presque toujours voisines de la côte; on y trouve les sommets du Kenia et du Kilima-Ndjaro, les monts Lupata, puis le Draken-Berg, et, au sud du fleuve Orange, s'étagent les chaînes du pays du Cap, où dominent les monts Nieuveldt. Sur tout cet espace, nous ne trouvons qu'un seul antipode certain, c'est celui du récif de Clark; il se place vers l'embouchure du Dana, à deux degrés environ de la chaîne du Zanguebar, et au centre d'une concavité dessinée par la chaîne. Un autre antipode, celui-là douteux, tomberait dans le bassin du Djouba.

Aucun antipode dans le voisinage de la chaîne de Mosamba ni de la Sierra-Complida, ni du massif du mont Caméroun.

Les montagnes de Kong semblent reculer pour laisser place aux antipodes de l'archipel de Krusénstern, et ni à l'ouest, dans la direction de la Sénégambie, ni à l'est, dans la direction du Kouara, elles ne reçoivent aucune marque antipodale.

Les plateaux élevés des pays des Touaregs et des Tibous, les montagnes du Wadaï et du For paraissent s'élever loin des signes d'antipodes.

Un seul antipode prend place dans le haut pays des grands lacs, c'est celui de l'île Walker; il se trouve dans la vallée du Malagarazi, le principal affluent du Tanganika.

Les antipodes des îles de la Polynésie abondent dans les lieux bas du Sahara et du Soudan. On les trouve encore dans la vallée du Congo, et, plus au sud, dans le bassin du lac N'gami, bassin qui, très-probablement, ne communique pas avec la mer ; aux lieux les plus bas de ce bassin sont les grandes îles de l'archipel des Sandwich.

Il est bon d'observer que des antipodes d'îles se trouvent aux grands coudes de tous les principaux fleuves africains.

Le grand coude du Kouara, proche Tombouctou, semble déterminé par l'archipel de Viti. Le grand coude du Nil, à sa rencontre avec le Wadi-Melk, est signalé par le groupe de Taïti. Le grand coude du Zambèze, vers la cataracte de Victoria, semble appelé par l'île Havaï, la plus grande des Sandwich. Enfin, le grand coude du Congo, qui se produit au nord de l'équateur, avait sa place marquée par le groupe où sont les îles Jarvis et Brocke. Vous savez, Messieurs, que Stanley, descendant le cours du Lualaba, et voyant que ce fleuve se dirigeait au nord, pensait un moment arriver dans le Nil, et non pas dans le Congo. Je crois que si à ce moment il avait possédé une carte des antipodes, et s'il avait connu la tendance des antipodes en Afrique à se placer dans les creux, il aurait pu prévoir le chemin qu'il allait suivre.

Ainsi, des sondages pratiqués dans l'océan Atlantique aux antipodes de l'Australie — et l'étude de la région de la Polynésie qui forme antipode à l'Afrique, — peuvent aider à l'exploration et à la connaissance de l'intérieur de ces deux grandes terres.

Dans d'autres régions du globe, les antipodes sont distribués suivant la règle inverse : les creux ont le plus souvent pour antipodes des creux, et les saillies des saillies.

Au sud des îles Aléoutiennes, des Kouriles et du Japon, les grandes profondeurs du Pacifique sont antipodales des grandes profondeurs de l'Atlantique. La longue et importante saillie de la Cordillière des Andes, dans l'Amérique du Sud, est presque entièrement couverte par des antipodes terrestres, ce sont ceux de l'île de Sumatra, de la péninsule de Malacca, de l'Indo-Chine, de l'île de Haï-Nan et de la Chine.

L'océan Indien, dans la région de l'équateur, a pour antipode la portion équatoriale et orientale de l'océan Pacifique. Ici les sondages font presque complétement défaut. Cependant la vitesse de propagation de la vague des marées dans ces deux régions, permet encore d'affirmer que les grandes profondeurs correspondent aux grandes profondeurs.

Les lieux où les creux sont antipodaux des creux, et où les saillies répondent aux saillies, se rangent sensiblement suivant le grand cercle qui divise le globe en hémisphère aqueux et hémisphère terrestre. Ce fait, si on admet que le centre de gravité du globe ne coïncide pas avec

son centre de figure, que l'intérieur du globe est à l'état plastique, et que la situation géographique des pôles varie, ce fait, dis-je, donne la raison de la distribution des antipodes par tout le globe, il explique très-nettement pourquoi chacune des grandes zones du globe a sa règle spéciale. Il n'est pas utile que j'entre dans cet ordre d'idées pour la thèse que je soutiens aujourd'hui. Au surplus, j'ai traité ces points dans mon livre intitulé le *Déplacement polaire*.

Passant des régions qui obéissent à la première règle aux régions qui obéissent à la seconde, on traverse une zone mixte, aux bords de laquelle on trouve une tendance plus ou moins bien indiquée à suivre la loi de la zone adjacente, au milieu de laquelle il y a indifférence, parce que les deux règles contraires s'annulent. C'est ainsi qu'à l'une des extrémités de l'Amérique du Sud on voit les antipodes de Java et des petites îles de la Sonde se placer dans la dépression de l'Orénoque, et la Sierra-Pacaraima surgir entre les antipodes de Bornéo et de Célèbes, que l'antipode de l'autre extrémité de l'Amérique du Sud tombe dans le bassin du lac Baïkal et s'y arrête, et que le milieu de ce continent ne montre que des saillies antipodales de saillies ou des cas d'indifférence.

Les zones de chacune des deux règles, ainsi que les zones intermédiaires ou indifférentes, n'offrent pas, on le comprend, des limites bien régulières, et certains lieux sont sujets à des exceptions nombreuses. Ces irrégularités et ces exceptions sont liées aux inégalités de la composition de l'intérieur du globe; inégalités qui ont souvent été constatées, notamment à l'aide des déviations du pendule. Il faut encore attribuer une part des exceptions à l'imperfection de nos connaissances géographiques.

Les meilleures cartes modernes de l'océan Pacifique, de la mer des Indes, et même de l'océan Atlantique, portent plusieurs centaines d'îles, de bancs et de récifs, à côté desquels est inscrit un point d'interrogation. Si l'on tient compte des règles qui président à la distribution géographique des antipodes, on peut projeter quelque lumière sur un grand nombre de ces cas douteux, et augmenter ou diminuer la probabilité de leur existence.

Les régions polaires sont antipodales l'une à l'autre; elles me paraissent obéir assez bien à la règle qui place les saillies aux antipodes des creux. Ce que l'on connaît d'une région polaire peut aider à explorer l'autre région polaire. Dans ces expéditions où l'on risque tant d'hommes, les considérations que je viens d'avoir l'honneur d'exposer serviront peut-être.

M. le Général RICCI

A Turin.

DERNIERS TRAVAUX GÉODÉSIQUES EXÉCUTÉS EN ITALIE ET ÉTABLISSEMENT DE MARÉOGRAPHES.

— *Séance du 23 août 1878.* —

MESSIEURS,

A une des séances de l'Association tenues à Lille, j'eus l'honneur, sur la demande de plusieurs collègues, de présenter une notice sur les travaux trigonométriques et topographiques exécutés jusqu'à cette époque en Italie en indiquant les opérations géodésiques et astronomiques auxquelles avait procédé la Commission italienne pour la mesure des degrés en Europe, dont j'ai l'honneur de faire partie.

Cette exposition simple et courte donnait cependant une idée claire et précise des différents travaux. Plus tard, à la session de Clermont, j'ajoutais quelques renseignements sur la continuation de nos opérations en 1874 et 1875.

Les travaux faits en 1876 et 1877 ont été très-nombreux et très-importants : je pense qu'on écoutera avec intérêt un court résumé de ces diverses opérations.

Ce que j'aurai l'honneur de vous exposer est tiré en grande part des procès-verbaux des séances de la Commission italienne pour la mesure des degrés en Europe qui ont eu lieu à Rome le 28 février et le 1^er mars 1878 sous la présidence du général Mayo, chef du bureau topographique et président de la Commission.

Topographie. — Les relèvements à l'échelle de $\frac{1}{50000}$ sont complets pour la Sicile et les provinces méridionales, c'est-à-dire pour $\frac{2}{5}$ presque de l'Italie entière. La publication de cette partie de la grande carte est presque achevée. On travaille avec entrain dans la haute Italie : les régions des Alpes et de l'Apennin seront bientôt finies.

Je ne parlerai pas des méthodes de relèvement que nous avons employées : j'ai déjà fait une communication à cet égard. D'ailleurs les minutes originales de campagne ont été visibles à l'Exposition internationale à Paris en 1875, ainsi que les instruments. On a exposé aussi

un certain nombre de feuilles de la carte gravée. Je crois inutile de m'étendre davantage.

Triangulation. — La triangulation en Italie doit atteindre deux buts distincts :

Premièrement : fournir un réseau des triangles à subdiviser encore en plusieurs ordres, pour donner des bases de relèvements topographiques ; et en second lieu à s'étendre sur la ligne des méridiens et des parallèles choisis pour la mesure des degrés. Pour la construction de la carte topographique, les triangles de premier ordre exigent une précision d'observations telles que l'erreur ne dépasse pas cinq secondes. tandis que pour les triangles qui doivent servir à la détermination d'arcs de méridien ou de parallèle, l'erreur ne doit pas dépasser trois secondes. Pour les premiers on use dans les calculs des méthodes ordinaires ; pour les autres, on applique des formules plus rigoureuses, et on corrige les angles et les distances au moyen des compensations indiquées par le calcul des équations de condition.

La triangulation pour la grande carte de l'Italie est complète pour les provinces méridionales et la Sicile et déjà bien avancée dans les provinces du Nord. On n'a pas suivi une marche régulière en continuant les réseaux par l'Italie centrale, car le gouvernement a jugé plus important la construction de la carte de la haute Italie.

La triangulation pour les opérations de haute géodésie est terminée sur le terrain pour les réseaux qui déterminent le méridien de Capo Passero : les calculs seront finis très-prochainement.

La triangulation pour relier la Sicile à l'Afrique est terminée sur le terrain. Les difficultés qui s'annonçaient au commencement et pendant le cours des opérations, devant observer des points très-éloignés et les rayons visuels devant s'étendre et quelquefois raser la surface de la mer, ont été heureusement surmontées. Les îles de Marittimo et de Pantelleria avec leur sommet très-élevé, ont fourni le moyen d'atteindre le cap Bone et Kalihva en Afrique. Le réseau trigonométrique comprend deux chaînes de triangles indépendantes l'une de l'autre, ce qui permet de contrôler les résultats. On a mesuré encore quelques triangles en Tunisie pour relier le réseau à une base qu'on mesurera plus tard.

Nos observations angulaires sont faites de jour. Quoique nous possédions deux magnifiques cercles de Brunner munis des appareils d'illumination, nous n'avons pas pu commencer les observations de nuit : on y procédera lorsque le personnel trigonométrique sera augmenté. Les brillants résultats obtenus par M. le commandant Perrier et par les ingénieurs américains nous engagent à essayer cette méthode.

Bases. — J'ai indiqué qu'on complète le réseau trigonométrique de la haute Italie. On a jugé convenable de l'appuyer à la base du Tessin

(Somma) mesurée il y a plus de soixante-dix ans par Ordani et qui a servi plus tard de contrôle à la triangulation pour la mesure du parallèle moyen qui s'étendait de la tour de Cordouan à l'embouchure de la Gironde, à Fiume en Istrie.

Cette base a une longueur de 10,000 mètres. On avait songé à n'en mesurer qu'un trait correspondant à la longueur des bases qu'on mesure actuellement, mais deux considérations nous ont conseillé de la remesurer entièrement. 1° Il y avait des difficultés à cause des inflexions du terrain, à combiner un réseau trigonométrique pour arriver de la partie mesurée à la base entière; 2° d'autre part, on désirait s'assurer de la longueur réelle de la toise que les astronomes en 1788 assuraient exactement égale à celle du Pérou.

Pour procéder plus rapidement et avec la plus grande exactitude, le capitaine Maggia qui est chargé de cette opération a proposé plusieurs modifications à l'appareil de mesure de Bessel, qui ont été adoptées par la Commission italienne.

Maréographes. — Pour répondre au désir manifesté par l'Association internationale pour la mesure des degrés en Europe de déterminer le niveau moyen de la mer, on a entrepris en Italie l'étude pour la fixation du niveau moyen de la Méditerranée et de la mer Adriatique. Ces recherches desquelles la Commission a chargé un de ses membres, M. le professeur Betocchi, se baseront sur plusieurs maréographes placés à Naples, Livourne, Gênes et un port à désigner le long du littoral occidental de Gênes du côté de la mer Tyrrénéenne; à Porto Corsini près de Ravenna, à Venise et au Lido pour la mer Adriatique.

Nivellement. — Les grands travaux géodésiques que la Commission avait à faire absorbaient tout le personnel mis à sa disposition, ce qui a empêché, pour le passé, d'entreprendre les nivellements de précision. On a commencé en 1876 à former le personnel et en 1877 on a entrepris le premier nivellement. Sur la demande des commissaires suisses, on a décidé de continuer sur le territoire italien le nivellement déjà fait en Suisse jusqu'aux limites de l'Italie.

Les bornes extrêmes suisses sont placées à Domodossola, Chiasso et Chiavenna.

Le professeur Oberholzer membre de la Commission fut chargé de diriger les opérations de nivellement.

On suivit la grande route du Simplon, de Domodossola à Arona, et ensuite par Cimbro, San Pancrazio, Azzate et par Gazzoda jusqu'à Varese. De ce point par Malnate, Binago, Solbiate, Olgiate, Laurate, Lucino, Camerlata à Como, et de Como à Chiasso, point extrême du nivellement suisse. Le nivellement a été contrôlé et il s'étend sur une longueur de 70 kilomètres. On a placé dix bornes de premier ordre à

Pallanzeno, Ornavasso, Baveno, Lesa, Arona, Sesto Calpende, San Pancrazio, Varese, Olgiate et Como. De plus, on plaça soixante-dix bornes de second ordre le long de la ligne. M. le professeur Oberholzer crut aussi important de rattacher à ce nivellement les hydromètres de Stresa et Arona sur le lac Majeur, et celui de Como sur le lac de ce nom. Les calculs sont déjà bien avancés, et seront bientôt finis. On a renvoyé à la campagne de 1878 la seconde partie du rattachement à la Suisse, soit la ligne de Como à Chiavenna.

Arcs de parallèles. — Quoique j'aie indiqué à Lille les arcs de parallèle et de méridien que l'Association internationale désirait que la Commission italienne mesurât sur son territoire, il me semble utile pour donner une idée exacte, soit des opérations déjà faites, soit de celles qui restent à faire, de résumer brièvement l'état actuel des travaux.

Quatre parallèles doivent être mesurés :

1° Le parallèle du 37e degré qui s'étend de l'extrémité orientale de la Tunisie, et par les îles de Marittimo et Pantelleria traverse la Sicile et va à Malte. Ce parallèle sera continué, nous espérons, par les commissaires français, à l'ouest en Algérie et au Maroc, et ainsi on pourra déterminer un arc de parallèle de 20 degrés d'amplitude.

Quoique le réseau trigonométrique soit déterminé sur le terrain, cependant il faut encore refaire quelques observations angulaires et le calculer avec la méthode des compensations. On ne pourra s'en occuper de suite, car tous les efforts du bureau topogéographique sont concentrés sur l'Italie septentrionale ; il nous manque des observations astronomiques qu'il faudra faire, soit près du cap Bone, soit près de la base qu'on doit encore mesurer.

2° Parallèle entre l'île de Ponza et l'Albanie.

Le réseau trigonométrique est terminé sur le terrain, les observations angulaires sont faites ; il faut encore calculer et compenser le réseau. Les déterminations des différences de longitude entre les points extrêmes sont encore à faire ainsi que les autres observations astronomiques requises.

3° Parallèle entre la Dalmatie et la Corse.

Cet arc longe un réseau trigonométrique presque terminé, mais qu'il faut encore compléter par de nouvelles observations angulaires et dont il faut réviser les calculs pour atteindre la précision fixée par l'Association internationale.

4° Parallèle moyen.

Cet arc de parallèle qui s'étend de la Tour de Cordouan, à l'embouchure de la Gironde, jusqu'à Fiume en Italie, a été mesuré depuis longtemps par la France sur son territoire, par une commission com-

posée d'astronomes et d'officiers des états-majors piémontais et autrichiens sur le parcours de la Savoie et du Piémont (entre le Rhône et le Tessin) et par les officiers autrichiens du Tessin à Fiume. Toutefois on a jugé convenable d'apporter quelques modifications à l'ancien tracé : les travaux sur le terrain seront poussés avec activité, vu que l'institut topographique travaille dans cette région à la construction de la carte d'Italie.

Arcs de méridien. — Quatre arcs de méridien sont à mesurer :

1° Arc de méridien entre Capo Passero et la Dalmatie.

Le réseau géodésique est entièrement observé ; les stations astronomiques à Catania et Li-Foi sont faites et les calculs aussi : celles de Pachino et Termoli sont terminées sur le terrain, on aura bientôt les résultats calculés. Immédiatement on procèdera aux calculs définitifs d'ensemble, et on pourra à la fin de l'année avoir cet arc de méridien entièrement fini.

2° Arc de méridien entre Ponza, Rome, Rimini et Venise.

Cet arc traverse des triangulations en partie faites, en partie seulement en projet, et en partie anciennes dont les mesures angulaires doivent être faites à nouveau. Les observations astronomiques manquent : il faudra du temps avant que cet arc puisse être terminé.

3° Arc de méridien de l'extrémité sud de l'île de Sardaigne par la Corse, Gênes, Milan et la Suisse.

La mesure de cet arc est déjà commencée par l'Institut topographique et le Bureau hydrographique de la Marine. On travaille dès à présent dans l'île de Sardaigne et sur le continent, entre Gênes et Milan. Nous espérons que les opérations sur le terrain seront menées avec activité. Nous prions nos collègues français de la Commission internationale de vouloir bien entreprendre les opérations en Corse.

4° Petit arc de méridien dit du Père Beccaria.

La mesure de ce petit arc de méridien, qui est le méridien de Turin, fut faite, il y a plus de 90 ans, par le Père Beccaria et rendue publique par son livre intitulé *Gradus Taurinensis.* On a remarqué des déviations locales assez considérables sur cette ligne, et on a jugé convenable de profiter de cette circonstance que l'on fait des observations géodésiques dans cette région pour reprendre ces mesures et étudier exactement les attractions locales déjà remarquées.

Par la courte exposition que je viens de vous faire, vous aurez pu, Messieurs, embrasser l'ensemble des travaux que la Commission italienne a déjà faits et ceux qu'elle doit encore accomplir.

Ce ne sera que lorsqu'ils seront terminés qu'on pourra étudier avec fruit les problèmes qui se rattachent à la figure du sphéroïde terrestre dans cette région et ceux qui se rapportent à la verticale. Ces études

donneront des conséquences bien plus importantes quand tous les États qui font partie de l'Association internationale pour la mesure des degrés en Europe auront terminé leurs travaux.

Cependant de la mesure de l'arc, presque terminée, entre Capo-Passero et la Dalmatie on peut déjà tirer des résultats intéressants.

M. le colonel Ferrero, membre de la Commission et directeur du Bureau géodésique de l'Institut topographique italien, a communiqué à la séance du 1er mars 1878 des résultats bien importants sur le calcul des éléments du sphéroïde terrestre, que je pense qu'il vous sera agréable de connaître et que je transcris ici.

Au moyen des lignes géodésiques Castania–Li-Foi, Li-Foi–Lissa, Li-Foi–Camaldoli (Naples), Castania–Camaldoli, se basant sur les éléments de Bessel, on obtient un accord admirable entre les déterminations astronomiques et trigonométriques des latitudes et des azimuths.

En parlant de la position géographique de Camaldoli (point de premier ordre), relié avec Pizzo-Falcone et l'observatoire de Capo di Monte (Naples), et calculant trigonométriquement les positions géographiques des points de Lissa, Li-Foi et Castania on a obtenu les résultats suivants :

LATITUDES

Noms des points.	Astronomiques.	Géodésiques.	Différences.
Lissa...........	43°01′45″30	43°01′45″50	+ 0″20
Li-Foi..........	40°38′59″93	40°39′00″52	+ 0″59
Castania........	38°15′53″38	38°15′54″03	+ 0″65

AZIMUTHS

De Camaldoli	Astronomiques.	Géodésiques.	Différences.
à Lissa........	214°05′28″150	214°05′35″980	+ 7″830
à Li-Foi........	280°40′36″275	280°40′38″722	— 2″553
à Castania......	338°47′07″369	338°47′05″846	— 1″523

Réciproquement, en remontant des résultats astronomiques et géodésiques aux éléments du sphéroïde terrestre, on obtient des résultats qui diffèrent très-peu de ceux de Bessel.

Je donne ci-après, simplement, le résultat moyen obtenu de la combinaison des résultats calculés par l'ingénieur Jadanzo avec les arcs géodésiques :

Castania — Li-Foi;
Li-Foi — Lissa;
Li-Foi — Camaldoli.

Aplatissement . . . . $= \frac{1}{299.00}$

Log. e = 8,912,2603.
Log. a = 6,804,6324,9.
Log. b = 6,803,1775,7.

tandis que face les éléments de Bessel sont :

$$\text{Aplatissement} \ldots\ldots\ldots\ldots = \frac{1}{299.15}$$

$$\text{Log. } e = 8{,}912{,}2052.$$
$$\text{Log. } a = 6{,}804{,}6434{,}6.$$
$$\text{Log. } b = 6{,}803{,}1892{,}8.$$

Ces résultats obtenus par des calculs provisoires prouvent l'exactitude des observations sur le terrain et nous indiquent l'absence dans cette région de ces anomalies qu'on attribue ordinairement aux attractions locales.

M. Henry DUVEYRIER

VOYAGE DU DOCTEUR H. HOLUB EN AFRIQUE ET EN AUSTRALIE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 23 août 1878. —

M. DUVEYRIER, vice-président, donne quelques détails sur les voyages du docteur tchèque Emilien Holub, dans l'Afrique australe. Quoique le but de M. Holub soit plus spécialement zoologique, il n'en a pas moins recueilli un grand nombre d'observations géographiques très-curieuses. Il a parcouru toute la contrée située au nord de Limpopo, et là il a rencontré des chotts absolument semblables à ceux que nous offre le sud de l'Algérie. Or, ces chotts sont reliés entre eux par des lits de rivières qui, pendant l'hivernage, ont quelquefois de l'eau, et la tête de ces lits se trouve très-voisine du Zambezi. En continuant la ligne qu'ils forment, on atteindrait le Limpopo, fleuve peu navigable, mais qui a une grande importance pour l'irrigation du pays. Une conclusion inattendue du Dr Holub est que l'Afrique australe traverse une période de dessèchement.

M. Georges RENAUD

Directeur de la *Revue géographique internationale*, attaché au Cabinet du ministre des finances

DE LA COLONISATION DE L'AFRIQUE

— Séance du 23 août 1878. —

M. Henri DUVEYRIER

LES DERNIERS PROBLÈMES DE LA GÉOGRAPHIE AFRICAINE.

— *Séance du 24 août 1878.* —

L'AFRIQUE INCONNUE

Messieurs,

Il est des moments où la marche constante du progrès, dans chaque science, nécessite qu'on se recueille et qu'on coordonne les résultats acquis, afin de se rendre compte du chemin qui reste à parcourir pour arriver à la solution des problèmes pendants. L'essor que les sciences géographiques ont pris récemment, chez presque tous les peuples civilisés, notamment parmi nous, où se réveille le génie des maîtres et l'ardeur d'entreprise des voyageurs qui nous ont fait tenir haut le flambeau de la géographie, prête un intérêt d'actualité à des résumés qui auraient pour objet de montrer, à tous ceux qui, sans se désintéresser dans nos études, ne peuvent pas leur accorder une attention constante, quelles sont les lacunes de nos connaissances sur l'Asie, sur l'Afrique, sur l'Amérique, sur l'Australie et sur les régions polaires, et de leur faire sentir en même temps l'intérêt qui s'attache au complet achèvement de l'exploration des différentes parties du globe.

C'est ce que je me propose de faire, en prenant pour cadre le continent d'Afrique.

Ouvrons un atlas d'il y a soixante-dix ou cent ans; nous y voyons une carte très-fantaisiste de l'Afrique. Arrêtons-nous aux seuls grands traits de la géographie physique : tout le Sahara y est représenté comme une mer uniforme de sables, tandis qu'en réalité les surfaces sableuses y sont plutôt l'exception; au lieu de déboucher dans l'océan Atlantique le Dhiôli-Ba, ou Niger, ne forme qu'un seul et même fleuve avec le Sénégal, ou bien il se perd à l'est, dans un lac. Sur ces anciennes cartes, les cinq grands lacs situés à la tête des bassins du Nil, du Zambèzi et du Livingstone, sont confondus en un seul réservoir, démesurément long, qui y constitue le trait saillant au sud de l'équateur, tandis qu'au nord, le Nil sort d'une chaine imaginaire des monts de la Lune, divisant l'Afrique de l'est à l'ouest en deux moitiés d'inégales grandeurs. Pour représenter plusieurs parties de ce continent on interprétait encore, tant mal que bien, les géographes de l'antiquité :

Hérodote, Pline et Ptolémée; on négligeait même des progrès réels, dus aux explorations que les Portugais avaient faites aux débuts des temps modernes quand leurs résultats ne cadraient pas avec les données de ces vieux auteurs classiques.

Comme pour toutes les autres branches du savoir humain, le XIXe siècle marque une ère nouvelle dans la géographie, et, tout particulièrement, dans la géographie de l'Afrique. Il serait injuste, pourtant, de méconnaître l'utilité de travaux méritoires, qui inaugurèrent, au siècle dernier, la connaissance positive de cette partie du globe. Tels furent, au nord de l'équateur, le voyage en Berbérie de nos compatriotes Peyssonel et Desfontaines (1726), bientôt suivi par ceux de l'Anglais Shaw (1727 à 1730); la belle exploration de sir James Bruce en Éthiopie (1768 à 1772); les mémorables travaux géographiques de Nouët et de ses coadjuteurs, pendant la campagne d'Égypte (1797 à 1798), qui sont restés la base de la carte des régions du bas Nil; le levé détaillé du cours du Sénégal jusqu'au fort Saint-Joseph, aujourd'hui Toubabou Kané, commencé en 1798 par l'ingénieur français Blanchet; l'itinéraire de l'anglais Browne au Fôr (1792 à 1798); enfin, le premier voyage de Mungo Park, commencé en 1795, et qui amena la découverte du Dhiôli-Ba. — Au sud de l'équateur quelques bons travaux anciens méritent également d'être rappelés, entre autres : les levés géodésiques et topographiques d'un astronome français, l'abbé de Lacaille, au cap de Bonne-Espérance et sur l'île de France, ou Maurice (1750 à 1756); le voyage du Suédois Sparrman (1772 à 1776), et ceux du naturaliste français Le Vaillant (1780 à 1784) dans l'intérieur de la colonie du Cap, qui nous initièrent en même temps à la géographie, aux mœurs des habitants et des animaux du pays; enfin le voyage du docteur portugais de Lacerda e Almeida, du Zambézi à l'empire de Lounda (1798).

Quoi qu'il en soit de ces premières tentatives d'exploration, nous voyons qu'à l'aurore du siècle dont le crépuscule approche, les meilleures cartes d'Afrique méritaient à peine le nom d'ébauches. Le temps qui m'est accordé ne me permettrait pas de retracer, devant vous, l'historique de la masse de ces voyages et de ces explorations modernes, auxquels nous devons les merveilleux progrès de la géographie de l'Afrique, réalisés depuis soixante-dix-huit ans, aussi vais-je me hâter d'aborder, avec vous, le sujet choisi pour cette conférence : les lacunes de notre connaissance actuelle de l'Afrique. Est-il nécessaire de l'ajouter? je n'ai pas l'intention de vous entraîner dans une étude minutieuse des nombreux points qui, un peu partout, sont encore dans le doute. Ce serait là abuser de votre bienveillante attention, et le profit d'une revue d'ensemble aussi détaillée paraît très-douteux; je me limiterai donc aux seuls grands problèmes géographiques dont la solution complèterait

ou rectifierait enfin d'une manière satisfaisante, les cartes générales d'Afrique.

Actuellement il n'y reste plus que sept vastes régions dans lesquelles on peut faire encore de grandes découvertes en Afrique. Ces régions que, pour employer une vieille allégorie africaine, nous pourrions appeler nos sept vaches maigres, sont : au nord, le Sahara et le désert libyque; à l'ouest, le pays compris entre le Dhiôli-Ba et la côte de Guinée; au centre, du côté ouest, le cours supérieur et les sources du Bénouê, et le cours moyen du Châri ; à l'est, l'intérieur du promontoire des Aromates des anciens ; à l'est encore la chaîne de hautes montagnes situées dans la zone équatoriale ; au centre, du côté est, le complément des bassins du Nil, du Livingstone et de l'Ogôwé ; enfin, au sud, le bassin du Kounênê.

I

Parmi ces contrées, le Sahara, avec le désert libyque, forment ensemble une grande région naturelle, bien tranchée, assez près de l'Europe pour qu'elle exerce une influence sur nos climats, ainsi que le témoignerait à lui seul le *fœhn*, ce vent torride du Sahara, qui vient par delà la Méditerranée, lécher et fondre les neiges sur tout le versant sud des Alpes. Néanmoins, cette région est encore tracée, sur nos cartes, plutôt d'après les informations de ses habitants que d'après les voyageurs européens, déjà nombreux, dont les itinéraires la sillonnent. La région saharienne inconnue n'est pas seulement la plus près de nous, elle est aussi celle qui est de beaucoup la plus étendue : 3,750,000 kilomètres carrés, c'est-à-dire que sa superficie égale celle de toute l'Europe, moins la moitié de la Russie. Voilà donc deux raisons pour que j'en parle d'abord.

A l'ouest du chemin de Siwa à Kôbé, à l'est du chemin de Mourzouk à Koûkawa, au sud de la ligne des caravanes qui vont du Fezzân en Egypte, et de là jusqu'en Nigritie, le désert libyque est, pour ainsi dire, totalement inconnu. Tient-on compte des relèvements récents de l'état-major égyptien sur l'Ouâdi Mahal, et des pointes poussées, par le docteur Nachtigal, jusqu'à Bardaï et Borgou Tigui, il y a encore dans le désert libyque, une aire de 2,300,000 kilomètres carrés, d'un seul bloc, commençant à deux cent vingt kilomètres de la Méditerranée, et sur laquelle nous sommes toujours dans une ignorance absolue. Ce vaste pays n'est pourtant pas tout à fait délaissé par l'homme : les Arabes, les Tibbou, les Wanya, les Bideyât et les Zoghâwa s'en partagent la jouissance précaire, et des sentes de caravanes, qui y étaient suivies il y a trente ou quarante ans, mènent du Wadaï à Ben-Ghâzy, à Wao et à Tummo, c'est à dire directement du Wadaï à la Méditerranée

et au Fezzân. A une époque peut-être plus ancienne encore, des communications existaient entre l'oasis de Dâkhel et le Wanyanga; il est impossible de mettre en doute ce fait après la découverte des repères en pierre, semblables à ceux que les Arabes élèvent dans les parties difficiles des routes du désert, et qu'on a rencontrés jusque près de soixante-dix kilomètres ouest sud-ouest de Dâkhel. Par le peu que les indigènes ont révélé sur les chemins frayés du désert de Libye, on sait que les puits, très-rares dans certaines parties, se rencontrent, dans d'autres, à des intervalles d'une marche. Voilà déjà un indice de ce que la vie, la vie nomade s'entend, y est possible.

Autant qu'il est permis d'en juger d'après les relèvements partiels du docteur Nachtigal et les rapports des indigènes, la chaîne des montagnes du Tarso et du Koussou partage le désert libyque en deux versants : sud ouest et nord est. Cette chaîne, presque tout entière, est à explorer. Elle aurait des sommets d'au moins 2,400 mètres de hauteur, et une végétation tout à fait désertique : comme fourrage, l'*Arthratherum pungens*; comme arbres surtout des *Acacias* et des *Zizyphus*. Mais ce qui prête à ce pays un intérêt tout spécial, c'est que là, au commencement de la zone tropicale du Sahara, sur le versant sud des montagnes du Tarso, on trouve des sources et des lacs persistants. Des poissons y vivent dans la source de Mormor et le lac d'Okwi, à plus forte raison dans les lacs de Domor et d'Arowi, qui renferment aussi des crocodiles. Des sources thermales sont signalées : à Ierêraqê, dans le Tou, sur le versant nord des montagnes, et sur le versant sud, à Kousto, dans le Wanyanga. Au sud de cette chaîne, le sol du Wanyanga et du Borgou va s'abaissant vers le Bodélé (ou Bateli), bassin, aujourd'hui à sec, mais qui, à une autre époque, était un grand lac alimenté par le trop plein des eaux du Tsâd, dont il formait le dernier réservoir.

Où finit, à l'ouest, dans le désert libyque, cette vaste mer de sables mouvants qui longe les oasis de Sîwa, de Dâkhel et de Farâfré, et qui couvre aussi le pays plus au sud? C'est ce que nous ignorons encore. Il y a donc là un grand fait géographique à fixer, et la géographie pure ne serait pas seule à profiter de ce progrès de nos connaissances sur l'Afrique, car des renseignements d'une nature précise autorisent à soupçonner que toute la partie orientale du désert libyque n'est pas aussi impropre à la vie des nomades que le feraient supposer les observations des derniers voyageurs qui en ont longé le bord. La route suivie, jadis, par les caravanes du Wadaï à Ben-Ghâzy en est une première preuve ; Fresnel avait appris des Medjâbra de Djâlo qu'une autre route praticable, permettait autrefois d'aller directement de Wâra à l'oasis de Dâkhel, en passant par l'Ennedi ; enfin des Tibbou-Tédâ que je rencontrai près de Rhât, en 1860, m'affirmaient que les Megâtna, tribu

vivant dans le nord du pays de Tou, traversaient quelquefois le désert libyque, de leur pays à Dâkhel, en passant par l'oasis inconnue de Koufara. Si l'expédition du docteur Rohlfs aux oasis égyptiennes a démontré que l'ignorance et la timidité des Arabes nomades de ces parages élève une barrière infranchissable aux voyageurs qui veulent pénétrer par l'est, dans le désert libyque, au contraire, tout fait présumer qu'avec le concours des Megâtna, qui connaissent les chemins du Nord, avec celui des Tibbou, des Wanya et des Zoghâwa, qui connaissent les chemins du Sud, on pourra parcourir cette région inconnue et explorer la grande oasis de Koufara, qui commence à 225 kilomètres de Djâlo, et qui, en 1812 encore, appartenait à une des races noires, indigènes du désert libyque, soit aux Tibbou, soit aux Zoghâwa ou, enfin, aux Bideyât.

Au centre et à l'ouest du Sahara, la moisson des explorateurs, qui ont là, devant eux, 3,450,000 kilomètres carrés de pays inconnu, sera encore plus riche, et surtout plus intéressante. Ici, indépendamment des aspects grandioses qui lui sont propres, le désert africain, ce pays usé, dévoré par la lèpre de l'aridité, revêt dans certaines de ses parties, presque toutes les formes du pittoresque de nos contrées. Il les aurait toutes si des pluies régulières, comme celles qui le vivifiaient jadis, y permettaient partout, ainsi que cela a toujours lieu sur quelques points, le développement régulier et complet de la végétation. Déjà des voyageurs européens (je parle seulement de ceux qui sont revenus avec leur récolte) y ont pénétré jusqu'à Rhât, à Agadez, à In-Çâlah, à Teghâza, à Timbouktou ; d'autres ont traversé sa partie ouest, du Sénégal au Maroc, ou exploré l'Adrâr et le Tagânt. Tous les fruits de leurs observations se résument dans quelques itinéraires qui sillonnent partiellement le Sahara central et occidental. Si le désert libyque a été jusqu'ici, un terrain international d'exploration, le Sahara central et occidental a été, et restera sans doute, le théâtre plus spécial des travaux des Français ; la raison en est facile à trouver : nulle nation européenne n'a là les mêmes intérêts que nous, qui sommes possesseurs de l'Algérie, d'Arguin et du Sénégal.

De patientes enquêtes auxquelles je me suis livré, il y a dix-sept ans, pendant mon voyage chez les Touâreg, ont permis d'ébaucher, sur la carte du Sahara les plateaux, les montagnes, les zones de dunes et les vallées qui constituent les traits primordiaux de sa géographie; je vais résumer ces notions en courant, pour vous faire comprendre l'importance qui s'attache à l'exploration intégrale de cette région.

Le nœud du relief de tout le Sahara central et occidental est formé par le plateau montagneux du Âhaggar, qui se trouve sous le tropique du Cancer, entre les méridiens d'Alger et de Constantine. L'altitude des

plus hauts pics qui couronnent ce plateau, toujours vierge du regard des Européens, et site d'une civilisation disparue, doit être assez considérable, car ses habitants affirment que leurs sommets sont quelquefois blanchis par la neige, fait qui implique à la fois et une température très-basse en hiver, et surtout une quantité d'humidité anormale comparée au reste du Sahara.

Autour du Âhaggar on trouve d'autres plateaux : au nord, le Tassili des Azdjer et le Mouydir; au sud, le Tassili des Ahaggar et l'Adghagh, qui rivalisent avec lui, sinon en altitude, du moins, presque tous, en étendue. De ces quatre plateaux secondaires, un seul, jusqu'ici, le Tassili des Azdjer, a été foulé par des Européens.

Le caractère le plus remarquable de ces contrées montueuses c'est que, malgré le climat, essentiellement désertique et par conséquent très-sec, nous voyons là des sources et des ruisseaux intarissables, des lacs abrités dans les vallées du Tassili des Azdjer où, comme dans les lacs du pays de Tou, mais sous le 26e de latitude, et sept degrés et demi au nord de ces derniers, le crocodile chasse des silures congénères, des silures du Nil et du Sénégal. De même que, dans les montagnes du pays des Azdjer, le règne animal présente maintes manifestations surprenantes, de même aussi la végétation s'est-elle développée dans le Tassili et dans le Âhaggar, jusqu'à garnir les vallées de bois de hauts *Tamarix*, de *Salvadora* et de *Balanites*, quelques sommets, dit-on, même de forêts de *Thuya* et d'ébéniers. Par suite des combinaisons diverses d'altitude et de latitude, le Sahara nous montre là, croissant à quelques kilomètres de distance, des plantes de la flore méditerranéenne qu'on récolte aux environs de Montpellier, et des arbres qui appartiennent, en propre, à la végétation des contrées chaudes et humides des tropiques.

Pendant la période géologique qui a précédé les temps actuels, et l'époque dont je parle est contemporaine de l'homme, le massif du Âhaggar remplissait effectivement un rôle géographique très-remarquable, car il partageait tout le nord-ouest de l'Afrique en trois bassins. Par la vallée de l'Igharghar (*Nigris* des anciens), il déchargeait, au nord, ses eaux dans la baie de Triton, alors submergée et reliée à la Méditerranée; par la vallée du Tirhehêrt, il en déversait une autre part à l'ouest, dans l'Ouâdi Dhra'a (*Daradus* des anciens), et par conséquent dans l'océan Atlantique; par la vallée du Tâfasâsset, une dernière partie du résidu des pluies tropicales, alors plus abondantes qu'aujourd'hui dans le Sahara, grossissait les ondes du Dhiôli-Ba, et se perdait, avec elles, dans le golfe de Guinée.

D'autres contrées du Sahara occidental mériteraient d'être étudiées avec soin. Telles sont, pour ne citer que les principales : l'Adrâr, avec

ses souvenirs de l'occupation portugaise, le Hôdh, avec son ancienne population nègre, la remarquable dépression d'El-Djoûf, puis enfin les régions de dunes d'Iguidi, d'Adâfer, de Maghtir, où des voyageurs scientifiques pourront saisir de nouveaux faits relatifs aux influences de la température et de l'hygrométrie sur les masses de sables qui sont le produit de la désagrégation des roches dans le Sahara, et qui obéissent à l'impulsion mécanique, régulière, des vents dominant dans cette zone climatérique.

Je ne pouvais qu'effleurer ces sujets. J'espère en avoir dit assez pour vous faire partager mon sentiment sur le Sahara. Ce pays qui impressionne l'observateur le moins cultivé par l'immensité de ses horizons, par l'aspect désolé de la plus grande partie de son sol, est loin cependant de mériter le dédain des hommes cultivés. Ses populations ont une histoire, presque aussi ancienne que celle de la vieille Égypte, et des monuments sont là pour en témoigner; ses oasis sont des joyaux, qui font le plus grand honneur aux travailleurs qui les ont créés et qui les entretiennent, et, s'il m'était permis de plonger un regard dans le lointain avenir; qui sait? peut-être ces mêmes travailleurs, inspirés par les leçons des savants de l'Europe, sauront-ils, à force de patience, rendre au Sahara, par le reboisement judicieux et progressif de ses montagnes et de ses vallées, une partie de l'humidité et de la fertilité qu'il possédait, alors que l'Igharghar, le Tirhehêrt et le Tâfassâsset étaient de véritables cours d'eau comparables, par leur développement, au Rhin, au Don et au Paraguay.

II

Quittons maintenant le grand désert, et pénétrons dans les pays fertiles qui forment heureusement de beaucoup la grosse part du sol de l'Afrique.

Sans sortir du bassin du Dhiôli-Ba, où nous avait amené l'Ouâdi Tâfassâsset, nous trouvons d'autres terres inconnues, dont l'exploration paraît aussi devoir revenir à la France qui, par ses établissements sur le haut Sénégal, sur la Gambie, sur la Cazamance et sur la côte de Guinée, par les relations diplomatiques qu'elle nouait il y a quelques années avec un puissant empire sur le haut Dhiôli-Ba, et par les essais commerciaux d'un de nos compatriotes (1) sur le fleuve Volta, paraît aujourd'hui disposer des plus nombreux points d'appui, et posséder l'expérience la plus consommée, en vue de battre en brèche cette deuxième lacune : les 1,200,000 kilomètres carrés de terre qui séparent le Dhiôli-Ba de la côte de Guinée.

(1) M. B nnat.

Nos cartes appellent toujours Kong la chaîne de montagnes qui, décrivant un arc de cercle autour des sources du Dhiôli-Ba, paraît se prolonger au loin dans l'est, et peut-être même se rattacher aux montagnes de Saraha (ou Salaga), où naît le fleuve Volta. Ce nom de Kong appartient, en propre, à une ville de la province de Gondja, limitrophe de l'Achanti, et habitée par un groupe des Mandenga, probablement le même auquel le roi de Portugal Jean II envoya, en 1488, une ambassade qui aboutit à la conclusion d'un traité. Au nord des Mandenga on trouve les Môsi, les Tombo et les Gourma, trois peuples qui sont rameaux d'une même souche. Restés païens jusqu'à notre époque, les Môsi, les Tombo et les Gourma ont réussi à conserver leur indépendance en dépit de la pression et des attaques de leurs voisins musulmans.

Mais ils ont maintenant perdu l'importance politique qui leur a donné un moment de célébrité, même en Europe. Au commencement du xv^e^ siècle les Môsi furent assez puissants pour détruire la ville de Timbouktou, et, dès le siècle suivant, la renommée de ce peuple idolâtre arriva chez les Portugais. Sur le récit des cérémonies du culte des Môsi, les Portugais s'imaginèrent, bien à tort, qu'ils étaient des chrétiens catholiques, et que leur roi n'était autre que le fameux Prêtre Jean. Aussi lui dépêchèrent-ils, par la voie de Bni (Benin), des envoyés qui n'arrivèrent jamais jusqu à lui. — Les Tombo, dont le royaume est au nord-ouest des Môsi, étaient à l'apogée de leur puissance dans le xvi^e^ siècle; à cette époque aussi les Portugais entendirent parler d'eux. L'histoire, toutefois, n'a pas conservé la trace de relations établies avec les Tombo par les premiers maîtres européens du commerce de la côte de Guinée. Affaiblis, peu de temps après, par les attaques des Foûlbé musulmans, leur nom même retomba presque aussitôt dans l'oubli.

L'exploration de ces pays, qui n'a pas encore été faite, nous apporterait des renseignements très-désirables sur la fameuse ligne de montagnes, dont nous parlions à l'instant, sur le cours supérieur du Volta et sur les affluents sud du Dhiôli-Ba, qui tous sont inconnus. Elle nous ferait connaître les peuples qui vivent dans ces parages, et qui deviendront, ou les pourvoyeurs de nos marchés, ou les consommateurs de nos produits, qu'ils paieront : soit avec l'or des alluvions de leurs rivières, soit avec l'arachide et le *goûro*, ce fruit à la fois tonique et rafraîchissant du *Sterculia acuminata*, qui est, en Afrique, l'objet d'échanges considérables, et qui mériterait d'entrer dans la consommation des peuples du Midi de l'Europe.

III

Dans la bande équatoriale restent pendants les plus gros problèmes de la géographie de l'Afrique; ceux qui présentent un intérêt scienti-

fique, et qui ont, en même temps, une portée pour les progrès futurs de la civilisation.

Ici, tout d'abord, nous trouvons une aire inconnue de 800,000 kilomètres carrés où il faut chercher le complément des notions sur les bassins du Dhiôli-Ba et du Châri. Commençons par la découverte, très-désirable, de la source et du cours supérieur du grand affluent est du Dhiôli-Ba, le Bénoué. Henri Barth, qui a observé le Bénoué, dans l'Adamawa, plus loin de son confluent qu'aucun autre voyageur, a affirmé que cette majestueuse rivière doit naître en pays de montagnes; il basait cette opinion sur deux considérations décisives ; la soudaineté de la crue du Bénoué, et la limpidité des eaux que la crue lui apporte. Il est donc peu probable qu'on trouvera des lacs à la tête du bassin du Bénoué, car les lacs régularisent le régime des fleuves; tout, au contraire, ferait présumer qu'à son origine cette rivière draine un massif montagneux inconnu, situé vers le 3° ou 4° de latitude nord, et le 15° ou le 16° de longitude est de Paris.

Il paraîtrait aussi que les vastes marais de Toubori, dans le pays des Mousgou, établissent une communication entre le Bénoué et le Châri, mais ce fait curieux demande encore à être vérifié.

Si intéressante que soit la fixation du cours supérieur du Bénoué : un millier de kilomètres, équivalant à plus de la moitié de la rivière, la question du cours du Châri, qui alimente le lac Tsâd, est bien autrement importante. Ce fleuve est maintenant connu, de son embouchure à la ville de Mafalin; on a, un peu plus au sud, des indications moins précises jusqu'à la ville de Daï. Sa crue, qui a lieu déjà au mois de mars, prouve que le Châri vient de contrées éloignées dans le sud. Dès que le docteur Schweinfurth eut publié sa découverte du Ouêllé, dans le pays des Monbouttou, plusieurs géographes tombèrent isolément d'accord pour reconnaître dans le Ouêllé la tête des eaux du Châri. Tout récemment on a opposé à cette théorie une autre, suivant laquelle le Ouêllé ne serait que le commencement de l'Arouwimi, affluent du Livingstone. Malgré le talent et l'expérience du docteur Petermann qui soutenait cette dernière thèse, il semblerait aujourd'hui que le Ouêllé est bien la rivière qui devient plus loin le Châri, et que la longue ligne de montagnes des Malegga, qui borde à l'Ouest, comme un rempart, le lac Loita N'zighi, doit contenir les sources du Châri, comme aussi celles d'autres rivières qui se déversent dans le bassin du Livingstone.

Du village de Bakangoï, sur le Ouêllé, à Mafalin sur le Châri, il y a une distance de 1,390 kilomètres, et sur les pays intermédiaires nous ne possédons d'autres données que les rares indications que les voyageurs européens ont obtenues en questionnant les indigènes qui avaient parcouru ces pays. Partant du Ouadaï, tous ces voyageurs africains ont

trouvé, loin dans le sud, un cours d'eau allant à l'ouest et remarquable par sa largeur. Les uns l'appellent la rivière de Koubanda, les autres, la rivière Kouta. Ces rapports des voyageurs indigènes s'accordent trop bien avec la présomption de l'unité du Ouêllé et du Châri pour que je n'y voie pas la confirmation de l'idée que je viens d'exposer, et je soupçonne toujours que le Ouêllé, le Kouta, la rivière de Koubanda et le Châri ne sont qu'un seul et même fleuve (1). Il est fort à désirer que les explorateurs de l'avenir s'imposent la tâche de résoudre ce problème spécial. Pour les encourager on ne peut pas ici mettre en avant la perspective de l'utilisation immédiate de leurs découvertes pour la propagation de la civilisation, ni pour l'ouverture de débouchés au commerce de l'Europe; c'est donc le côté scientifique seul qui est en jeu. Mais l'intérêt de la fixation définitive de la carte d'un fleuve, long de 2,100 kilomètres, qui arrose les territoires de peuples connus, à peine de nom, sera certainement un attrait suffisant pour attirer de ces côtés quelques voyageurs, jeunes et instruits, auxquels nous souhaitons d'être heureux aussi.

IV

Il n'y a pas lieu de s'étonner que le bassin du Châri, bassin intérieur par excellence, soit si mal connu encore. Mais n'a-t-on pas le droit d'être surpris en constatant l'ignorance où nous sommes toujours relativement à la partie la plus orientale de l'Afrique, à ce pays de Poûn, comme l'appelaient les anciens Égyptiens, à cette région des Aromates de nos textes classiques, qui forme un triangle finissant au cap Guardafui, et dont l'intérieur est totalement inexploré, bien que deux de ses côtés soient baignés par les eaux de la mer? Les officiers anglais de 'Aden songeront, espérons-le, à cet adage qu'il est de bonne politique de bien connaître ses voisins, et les efforts qu'ils renouvelleront peut-être après ceux, si profitables à la géographie, de Burton, de Speke et de Haggenmacher, ne seront sans doute pas non plus sans utilité pour les marins que les flots jettent, parfois encore, sur la côte inhospitalière du promontoire des Aromates.

Pourquoi les anciens donnaient-ils ce nom à la pointe orientale d'Afrique? C'est parce qu'ils tiraient de ces parages divers produits végétaux, indigènes ou exotiques : le myrobolan (*Moringa oleifera*), le cinnamome (*Laurus cinnamomum*), la casse (*Cassia fistula*), l'encens (*Juniperus thurifera*), la myrrhe (*Amyris Qataf*) et, parait-il aussi,

(1) Plusieurs géographes sont d'avis que la rivière Kouta, signalée au loin dans le sud du Ouadaï, n'est autre que le Livingstone. Ils s'appuient principalement sur l'analogie des noms *Kouta* et *Ikoutou*-Ya-Kongo (Livingstone). Cette ressemblacne indiquerait plutôt, dans ma pensée, une parenté des langues parlées sur les cours moyens du Châri et du Livingstone. Kouta et Ikoutou correspondraient à notre mot *rivière*.

le gingembre (*Zingiber officinalis*), sans parler de l'or ni de quelques pierres précieuses, telles que la balanite et l'héliotrope. Cette richesse en produits naturels y attira de bonne heure les Égyptiens, car, dix-huit siècles avant notre ère, les conquêtes de Tothmès III s'étendirent jusque dans le pays de Poûn, déjà à cette époque peuplé par la race Çômâlie, que nous y trouvons maintenant encore.

Aux environs du 10° de latitude nord court une ligne de relèvements, qui commence au Bor 'Alî, montagne près du cap Guardafui, et qui se prolonge à l'ouest, en formant plusieurs chaînes ou massifs, tels que : la chaîne de Singuéli, la chaîne de Wouhar, les montagnes de Gouragué et de l'Inarya. Cette ligne sépare deux grands bassins : au nord, toutes les rivières coulant vers le golfe de 'Aden, ou vers la Méditerranée; au sud, elles coulent vers la mer des Indes. Si l'on excepte les courts itinéraires tracés dans la zône côtière du golfe de 'Aden par le lieutenant Speke (de Kourayat à Rhât), et par M. Haggenmacher (de Berbera au Touk Fafan, à la rivière Dob Weena, et au mont Gan Libah, dont l'altitude est de 2,895 mètres) l'intérieur, proprement dit, est inconnu jusqu'au fleuve Djouba. On ignore le cours des rivières qui, descendant des monts Singuéli, Wouhar et Gouragué, arrosent toute la largeur du promontoire jusqu'à la mer des Indes, ainsi que la presque totalité du cours même du Djouba. qui limite, à l'ouest, la région dont nous nous occupons en ce moment. Le fleuve Djouba a une longueur d'à peu près 1,600 kilomètres, soit le double de la longueur du cours de la Seine. Or, tant pour le cours du Djouba proprement dit, que pour celui de ses affluents, les géographes ne possèdent actuellement que trois points d'appui : les sources de la rivière Guibê, que nous considérons comme étant aussi celles du Djouba, découvertes et relevées par M. A. d'Abbadie, ainsi qu'un endroit de cette rivière, plus en aval, et le tracé du Djouba de son embouchure à 300 kilomètres en amont, à vol d'oiseau, relevé par le baron von der Decken. La partie inconnue du fleuve lui-même serait donc de 1,300 kilomètres en ligne droite, et tous ses affluents sont à découvrir. Il convient pourtant d'ajouter que M. A. d'Abbadie, ce guide si autorisé dans toutes les questions touchant la géographie de l'Éthiopie et de l'Afrique orientale, incline plutôt à rattacher au système fluvial du Nil la rivière Guibê, et que naturellement notre propre supposition demande à être vérifiée.

Certes l'exploration de ce pays ne sera pas une tâche facile; la méfiance extrême et la cruauté innée des Çômâli, désormais aiguisées par les enseignements fanatiques de la confrérie musulmane d'Es-Senoûsi prépareront des obstacles et des dangers en vue desquels les voyageurs européens devront se prémunir. Mais, ici encore, ils trouveront des sujets d'étude bien intéressants, en dehors des questions purement géo-

graphiques. Qui aurait pu soupçonner, il y a trente ans, que les Çômâli, dont la couleur et le type, joints à certaines particularités de conformation font une race tout africaine, bien que constituant par son langage, un groupe à part au milieu des autres familles, que ce peuple eût une histoire ; que des monuments, témoignage d'une civilisation propre, existassent sur le sol qu'il habite? c'est là cependant ce qui résulte des nouvelles explorations.

Entre Yafir et Moukour, dans le pays des Çômâli, le lieutenant Speke a vu des tumulus d'un genre particulier, formés de pierres plates et au milieu desquels est ménagée une chambre où on trouve quelquefois des pots, en cuivre ou en terre, des bracelets en cuivre ou en terre cuite, des verroteries et des anneaux d'or. Près de là, sur le mont Goudki, il a observé une salle à plafond voûté, taillée dans le roc, et dans laquelle on avait ménagé un banc de pierre; un peu plus loin il signale des tombeaux, hauts de dix mètres, et de grands réservoirs, dont les uns ont été creusés dans le roc, et les autres, construits en maçonnerie. — Dans le pays des Beni 'Amer, à 1,150 kilomètres nord-ouest de ce canton, M. von Heuglin, de son côté, a décrit des constructions carrées, à double paroi de pierre, entourées d'une enceinte de trente mètres de diamètre; des siéges en pierre, formés d'une dalle posée à plat sur le sol, et d'une autre dalle, dressée, servant de dossier, qu'on trouve disposés en cercle autour d'un siége pareil comme pour la tenue d'assemblées solennelles; enfin des monuments funéraires, construits en pierre sèche, sous forme de troncs de cylindres de divers diamètres, superposés. Jusqu'à présent on s'est contenté d'un examen superficiel des monuments du pays des Çômali. La forme de l'anneau d'or, trouvé là dans une tombe, rappelle, il est vrai, celle des ornements semblables que portent les femmes des Ilmorma ; mais les Çômâli, pourtant si exclusifs, entourent d'un respect supertitieux ces vieilles sépultures de leur pays; bien plus, ils leur confient parfois encore les restes de leurs congénères. Les explorations archéologiques et ethnologiques qu'on dirigera plus tard, dans les contrées habitées par les 'Afar et par les Çômâli devront tendre à déterminer à quelle race tous ces monuments appartiennent, et, naturellement, l'examen des ossements renfermés dans les tombes sera le guide le plus sûr. On arrivera ainsi à savoir si la grande famille Ilmorma aurait jadis peuplé les pays des 'Afar et des Çômâli ou bien, ce qui n'est pas non plus impossible, si ces monuments sont des jalons, que les Çômâlis, eux-mêmes, ont laissés sur un vaste territoire, qu'ils auraient possédé d'abord en totalité, et dont la partie nord leur aurait été enlevée par l'envahissement d'autres races, ou qu'ils auraient abandonnée au début de cette migration vers le sud, qu'ils poursuivent toujours, et qui vient de conduire leur avant-garde, en passant l'équateur et en fran-

chissant le fleuve Ozi, devant le port de Malindi (3° de latitude sud), et, à l'ouest, aussi près du Niyanza que le mont Sambourou (1° de latitude nord et 35° 10′ de longitude est de Paris).

V

En suivant les migrations des Çômâli nous voici revenus sous l'équateur par le cours du Djouba et de l'Ozi ; je vais maintenant examiner avec vous les trois derniers grands problèmes de la région équatoriale d'Afrique, savoir : tout d'abord l'existence supposée d'une chaîne de hautes montagnes qui s'y développerait dans le sens des méridiens ; puis ensuite, les lacunes de nos connaissances sur les bassins du Nil et du Livingstone, et enfin la question des sources de l'Ogôwé, lacunes qui, réunies, font 1,985,000 kilomètres carrés.

Je serai forcément très-bref sur le premier point ; il suffira, j'espère, de rappeler quelques faits positifs pour justifier une présomption en attendant le verdict des voyageurs.

Au sud de l'Éthiopie, dans le pays de Kaffa, dont je parlais tout à l'heure, on trouve de hautes montagnes : le Mata-Guéra (2,562 mètres), le Hotta (3,686 mètres), le Wocho (5,060 mètres), mesurés par M. A. d'Abbadie, et qui se suivent ainsi du nord au sud, en augmentant d'altitude. Au sud et à l'est du Niyanza, ou lac Victoria, et sous le même méridien que le mont Wocho, sont d'autres montagnes, le Kénia (5,400 ou 5,500 mètres) et enfin le géant des monts de l'Afrique, le Kilîma-Ndjâro (5,704 mètres), qui dominerait, comme on voit, de près de 900 mètres la cime de notre Mont-Blanc. Le Kilîma-Ndjâro est à une distance de 1,125 kilomètres du mont Wocho. Nul voyageur européen n'a encore parcouru le pays intermédiaire, mais les indications reçues des voyageurs africains, qui le fréquentent, concordent pour affirmer la continuité des montagnes, au nord du mont Kénia, par la chaîne du Dhaïtcho et le mont Sambourou, dans la direction du mont Wocho.

Il existe donc très-probablement là un long relèvement qui forme la séparation des bassins de la mer des Indes et de la Méditerranée, et, si l'on tient compte de la crue considérable du Sôbât et de l'Asoua, rivières qui doivent avoir leurs sources dans cette chaîne ignorée, on est même tenté d'admettre que des sommets neigeux sont disséminés entre le Wocho et le Kénia. Il suffit que des montagnes y dépassent la hauteur de 5,000 mètres, soit 2,240 mètres de plus que dans les Alpes, pour que leurs neiges soient perpétuelles. Puissent, quelque jour, les membres des clubs alpins d'Europe trouver, je ne dirai pas trop connues, mais trop frayées, nos montagnes des Alpes et des Pyrénées et se sentir attirés par les mystères des hautes montagnes de l'Afrique équatoriale, où ils

lutteraient contre les mêmes difficultés, les mêmes dangers, avec la perspective d'une gloire plus grande !

VI

Indiquer les desiderata de la carte du bassin du Nil dans la zone équatoriale est devenu une tâche aisée après les découvertes que MM. d'Arnaud et Linant commencèrent en 1831 et 1841, qui furent continuées par le capitaine Speke et Sir Samuel Baker de 1858 à 1865, et par MM. Stanley, Gessi et le colonel Mason de 1874 à 1877.

Ces desiderata sont maintenant au nombre de deux : le cours des affluents est du Nil et de leurs tributaires, et la reconnaissance complète du lac Béatrice, ainsi que celle de la rivière qui en sort.

Parmi les affluents est du Nil, dans la zone de l'équateur, le Sôbât et l'Asoua sont les deux plus considérables ; on peut prévoir que l'exploration de toute la région qu'ils drainent ne laisserait plus que des lacunes insignifiantes dans cette partie de l'Afrique équatoriale, car nous présumons ici que le lac alpestre de Sambourou, signalé à M. Wakefield par les indigènes, mais au sujet duquel font défaut toutes données positives, alimente peut-être le Sôbât, soit plutôt l'Asoua.

Quant au lac Béatrice, M. Stanley, qui l'a découvert, le considéra d'abord comme une simple baie du lac Loûta N'zighi ; le colonel Mason-Bey vient de s'assurer, au contraire, que c'est un lac indépendant séparé du premier par une ligne de montagnes, et il reste maintenant à vérifier si, comme le pense aujourd'hui M. Stanley, le lac Béatrice doit garder sa place dans le grand bassin nilotique, ou bien s'il constitue le réservoir d'un des affluents nord du Livingstone, par exemple de cette grande rivière Arouwimi, dont les habitants, guerriers redoutables et mariniers si étonnamment perfectionnés dans l'art des constructions nautiques, ont failli arrêter M. Stanley, sur le Livingstone, et anéantir avec lui tous les fruits de ses magnifiques découvertes. Ce sont surtout les tributaires nord du Livingstone, et spécialement l'Arouwimi et le Mangala, qui offrent actuellement le plus grand intérêt au point de vue de la carte d'Afrique, car bien que ses affluents sud, naissant pour la plupart dans l'empire du Mata-Yanvo, arrosent un vaste territoire inconnu, leurs cours supposés font entrevoir des découvertes géographiques, toujours fort intéressantes, mais qui, à l'exception peut-être de celle du cours du San-kourou, ne changeront pas les traits fondamentaux de la carte actuelle.

Avant de passer à un autre sujet, il ne faut pas oublier de recommander à l'attention des voyageurs l'exploration du petit lac Kivo, qui enverrait une partie de ses eaux au Nil et une autre partie au Livingstone, c'est-à-dire que le lac Kivo remplirait entre ces deux fleuves le

même rôle que les marais de Toubouri remplissent, dit-on, entre le Bénoué et le Châri, et que le lac Dilolo remplit sûrement entre le Zambézi et le Livingstone.

Nous arrivons maintenant à l'Ogôwé, ce fleuve de l'Afrique équatoriale, dont les embouchures appartiennent à la France, et dont la connaissance aussi loin qu'elle a été acquise, repose aujourd'hui exclusivement sur les travaux de nos compatriotes. Parmi ces travaux, les plus récents sont ceux de MM. l'enseigne de vaisseau Savorgnan de Brazza, le docteur Ballay et Marche, qui ont relevé l'Ogôwé sur un développement de plusieurs centaines de kilomètres à partir de son embouchure. Le dernier point qu'ils aient atteint au sud, laisse l'Ogôwé à une faible distance du point le plus rapproché du Livingstone, et, s'il fallait en croire les indigènes de cette contrée, il existerait un moyen de communiquer par eau d'un fleuve à l'autre, autrement dit l'Ogôwé, ne serait plus guère que *le canal de décharge d'une partie des eaux du Livingstone.*

Diverses considérations semblent s'opposer à une telle interprétation des dires des indigènes, qui d'ailleurs n'est guère plus admissible après le voyage de M. Stanley. Pour abréger, nous n'insisterons que sur une de ces considérations, parce qu'à elle seule elle paraîtra décisive. Qu'on cherche autour des côtes de tous les continents, on ne trouvera de deltas qu'à l'embouchure de fleuves se jetant dans la mer après avoir traversé des plaines basses, que leurs alluvions mêmes ont formées à la longue, et dont elles accroissent incessamment l'étendue. Partout, au contraire, où un fleuve arrive à la mer, en coulant sur un sol montagneux, ou fortement incliné, ce fleuve conserve un lit unique, parce que la force du courant entraîne au loin les alluvions. Or, précisément en aval du point où il faudrait chercher la bifurcation supposée du Livingstone et de l'Ogôwé, le premier de ces fleuves forme soixante-deux cataractes ou rapides, et on en connaît déjà au moins dix-sept sur l'Ogôwé. Ces cataractes et ces rapides trahissent sur l'un et l'autre fleuves une pente du sol trop brusque pour qu'on puisse admettre l'existence d'un aussi grand delta, cependant il ne serait pas impossible qu'on rencontrât, entre l'Ogôwé et le Livingstone, une nappe d'eau neutre, comme sont ailleurs le lac Dilolo et les marais de Toubouri, et sur laquelle, à la rigueur, une nacelle pourrait passer du Livingstone dans l'Ogôwé.

Pour moi, l'Ogôwé, ce fleuve français, a un bassin propre, dont l'étendue reste à fixer du côté de l'est. Entre le cours du Livingstone et de ses affluents, au sud, les montagnes où le Bénoué prend nécessairement sa source, et le cours du Châri, au nord, et jusqu'aux montagnes des Malegga, à l'est, il reste encore une place que peut remplir l'Ogôwé, ou bien, car ce serait lui faire la part bien belle, peut-être trouvera-t-on les sources de l'Ogôwé dans les montagnes inconnues, où naît le Bénoué, et

qui alimenteraient alors aussi le Mangala (1). En tout cas, l'exploration du haut Ogôwé reste un problème à la fois extrêmement intéressant et semé de périls ; si MM. Savorgnan de Brazza, Ballay et Marche ont laissé là, la tâche inachevée, nous devons nous rappeler ce qu'ils ont souffert pour arriver au résultat obtenu et ne pas leur ménager notre reconnaissance, car, en relevant au prix des plus cruels sacrifices une partie nouvelle de l'Ogôwé équivalant à plus d'un tiers de celle qu'on connaissait déjà, ils ont planté là des jalons précieux pour leurs successeurs.

VII

La géographie, Messieurs, a cela de commun avec la civilisation qu'elle accueille tout progrès nouveau sans lui demander d'abord l'étiquette de sa nationalité, et les régions inconnues de l'Afrique sont des champs d'exploration ouverts aux pionniers de toutes les nations civilisées de l'Europe et de l'Amérique. Mais la position des diverses puissances, les droits que leur assurent les traités, l'intérêt du développement de leur influence et de leur commerce paraissent assigner aux travaux de quelques-unes d'entre elles un cadre plus spécial. J'ai déjà indiqué quel est le cadre dans lequel les voyageurs anglais et les voyageurs français s'exerceraient avec le plus grand profit ; il est une autre nation de race latine, la nation portugaise, qui a rempli autrefois le monde de la renommée de ses explorateurs et qui, espérons-le, va retremper dans des gloires plus jeunes, celles de ses anciens héros géographiques.

C'est, plutôt qu'à tout autre État, au Portugal, assurément, que revient l'exploration des provinces du Kongo, d'Angola, de Benguela et de Mossamèdès, qui font partie du domaine portugais, et où il reste tant à faire avant qu'on puisse dresser la carte exacte et complète de ces belles contrées, baignées par l'océan Atlantique. Au nord, ces possessions portugaises sont traversées par le cours inférieur du Livingstone ; au sud, elles sont arrosées par un autre fleuve, le Kounênê, qui sans avoir le majestueux développement de celui-ci, ne mérite pas moins que lui la peine d'être reconnu en entier, car dans l'état de nos connaissances, son bassin, qui couvre 458,000 kilomètres carrés est, dans l'Afrique australe, après les bassins du Livingstone et du fleuve Oranje, le plus grand de ceux qui dépendent de l'océan Atlantique.

Par une de ces inconséquences dont il faut accuser tantôt l'ordre chronologique dans lequel les découvertes se sont succédé, tantôt l'arbitraire des peuplades indigènes, la rivière Kounênê, qui prend sa source

(1) Quelques mois après la date de cette lecture, M. Savorgnan de Brazza est rentré en France, rapportant la carte presque complète de l'Ogôwé, qui a bien, en effet, un bassin propre. Ce fleuve naît dans la chaîne des montagnes de Nchavi, et ce que je disais ci-dessus ne peut s'appliquer qu'aux affluents nord de l'Ogôwé.

à quelques kilomètres de la ville de Bihé et qui passe au fort d'Houmbé, a donné son nom au fleuve; cette rivière, si nous continuons à la suivre jusqu'à la mer, a un cours qui n'excède pas 1,040 kilomètres; mais des notions nouvelles semblent autoriser maintenant à considérer comme étant reliée au Kounênê la rivière Okavango (ou Koubango) qui coule, plus à l'est, du nord au sud. Dès lors, c'est l'Okavango, avec son cours de 1,390 kilomètres jusqu'au point du confluent probable, ou de 1,750 kilomètres, jusqu'à l'embouchure qui serait l'artère principale de tout le bassin, et le cours du Kounênê, devenu un affluent de l'Okavango, serait réduit à 680 kilomètres. Nous voyons, sur les cartes les plus récentes, la rivière Omouramba couler du pays des Damara, à travers le désert de Kalahari, et se perdre dans le lac Ngâmi. Il faut chercher, par une exploration directe de l'Omouramba, si telle est bien la réalité des faits, ou si, au contraire, cette rivière ne va pas tomber quelque part dans l'Okavango.

La partie du tracé même de l'Okavango comprise entre le point où il sort du lac Etocha (ou Etoha) et le point où il rejoindrait le Kounênê ne repose encore que sur une hypothèse ; il importe que cette hypothèse soit remplacée par la réalité des faits. D'ailleurs, il faut bien se l'avouer, notre connaissance actuelle du reste de l'Okavango et celle même du Kounênê sont si mal assises que c'est avec une satisfaction sans mélange qu'on a vu récemment le gouvernement portugais envoyer une mission scientifique dans les instructions de laquelle il insiste tout spécialement sur l'exploration du Kounênê, recommandée à la cour de Lisbonne, il y a cent ans déjà, par le docteur de Lacerda e Almeida.

Depuis la découverte de l'extension nord du bassin de Limpopo par les *chotts* de Kamoudan et de Tchouantsa, et la rivière Tiogué, la fixation des limites du bassin du Kounênê est certainement le problème le plus important à résoudre dans l'hydrologie de toute l'Afrique australe.

Nous sommes arrivés à la fin de notre tâche : Voulons-nous additionner la superficie des sept grandes lacunes de l'exploration de l'Afrique, nous trouvons la somme de 11,033,000 kilomètres carrés! Ce total dépasse un peu le tiers de la superficie de l'Afrique entière, qui est de 29,307,266 kilomètres carrés. Beaucoup d'entre vous, Messieurs, suivent avec intérêt les progrès constants des voyageurs dans cette partie du globe, néanmoins je doute que, sans avoir fait comme nous venons de le faire, un examen complet de la carte d'Afrique, même ces privilégiés eussent osé s'avouer une pareille ignorance.

Mais, prenons confiance? On ne renonce pas à une lutte la veille de la victoire. Considérons plutôt que, depuis le commencement du XIX^e siècle, la découverte de l'Afrique a marché, en moyenne, à raison

de 234,285 kilomètres carrés par an, et, qu'en admettant que le mouvement des explorations se soutienne, ni plus ni moins actif que par le passé, 47 ou 48 ans suffiraient pour que tout l'intérieur de l'Afrique fût connu dans ses traits d'ensemble. Or ce calcul reposerait sur un raisonnement incomplet, car il ne tiendrait pas compte de la donnée principale : la progression du nombre des découvertes, qui produisent aujourd'hui, en une année, plus que dans les vingt premières années du commencement du siècle. Cette multiplication, facile à constater, des voyages d'exploration ne saurait faiblir; l'homme civilisé veut enfin connaître sa demeure tout entière; il sent aussi qu'il a, comme privilégié, des devoirs à remplir envers ses semblables, très-arriérés, d'Afrique, qu'il rejaillit sur lui une honte du fait de la barbarie de tant de peuples de la Nigritie, chez lesquels l'esclavage est encore une institution, base de la société, et où, chez quelques-uns même, l'anthropophagie fleurit à côté de l'esclavage; de presque tous ces peuples, enfin, chez lesquels la femme est toujours maintenue dans une position inférieure, où on lui refuse le respect auquel elle a droit comme égale de l'homme. Le public, en Europe, a glané dans les relations des voyageurs des faits qui ont heurté ses notions de justice, et il a compris qu'il fallait y apporter enfin remède. Voilà l'aspect le plus élevé de la question! A côté d'une situation qui appelle l'intervention tutélaire des nations civilisées en face de races déshéritées, le public a aussi vaguement entrevu les éléments de production du sol qui est le domaine de ces peuples enfants. C'est là un autre aspect qu'il ne faut pas négliger, car il nous permet d'entrevoir la récompense des sacrifices que l'amour de l'humanité et l'amour de la science imposent.

Aux mines de fer et de cuivre qui ont été signalées en Afrique, notamment dans la zone équatoriale, on pressent qu'un inventaire plus complet de la richesse minérale ajoutera certainement des placers d'or, car le Bénoué roule dans ses flots des paillettes de ce métal, et peut-être aussi des mines de houille, comme celles qui ont été découvertes sur le Zambézi. Passons-nous au règne végétal, on trouverait dans l'Afrique centrale des produits d'exportation dans les cultures de cotonnier et même de canne à sucre, qu'il ne s'agirait que d'améliorer ou de multiplier, dans des forêts entières, composées d'arbres donnant des bois de construction ou d'ébénisterie, et d'autres dont les fruits servent à fabriquer de l'huile, sans parler du caféïer sauvage et du caoutchouc qui sont indigènes dans diverses parties de l'Afrique. Parmi les animaux, l'éléphant et l'hippopotame fournissent de l'ivoire, et une variété inouïe de ruminants sauvages des cuirs de différentes qualités. L'exploitation du sol et des produits naturels de l'Afrique intertropicale, et l'introduction de cultures nouvelles ne pourraient donc manquer de donner des résultats pratiques

aussi satisfaisants que ceux auxquels on est arrivé, sous des climats semblables, dans l'Inde, à Java, aux îles Philippines et au Brésil.

Les régions tropicales et équatoriales d'Afrique sont donc et seront longtemps un des milieux les plus favorisés sous le rapport de la richesse minérale et de la production végétale et animale; elles pourront alimenter à elles seules la consommation d'une quantité de matières premières sur le reste de la terre; enfin, à mesure que les 188,000,000 d'hommes qui forment la population de l'Afrique apprendront à connaître les produits de l'industrie européenne, le commerce du monde entier et, particulièrement le commerce de l'Europe, profiteront de leurs besoins nouveaux, parce que les peuples africains eux-mêmes s'ingénieront à produire et à récolter les denrées que les nations manufacturières leur demanderont.

Il est facile d'entrevoir quels bienfaits résulteront pour les populations africaines de l'achèvement de l'exploration du continent qu'elles habitent, pour peu qu'on accorde aux Européens qui se voueront à cette tâche les sentiments d'humanité, de justice et de bienveillance envers leurs semblables, qui sont un devoir pour tous les hommes civilisés, dans leurs rapports entre eux et avec les barbares. Les princes africains ne renonceraient-ils pas aux pratiques inhumaines et sanguinaires dont sont l'occasion leurs expéditions annuelles pour la chasse aux esclaves, si on leur indiquait d'autres moyens de se procurer les revenus de leur budget, ce qui est possible, car chez tous il y a le négociant à côté du potentat! Ne croyez pas, Messieurs, que le remède de l'anthropophagie soit plus difficile à trouver. Enseignons aux M'fân et aux Monbouttou l'art, si cher aux Ilmorma, d'élever des bœufs; ils n'engraisseront plus leurs vieilles femmes pour les conduire ensuite à la boucherie, et personne n'aura plus la conscience révoltée ni le cœur soulevé, comme cela arriva au docteur Schweinfurth, en voyant sur une place de marché, un étal de viandes suspectes, découpées avec soin et proprement alignées sur des feuilles de bananier! Peut-être même quelques progrès à faire réaliser par la persuasion et par l'exemple, dans le respect du prochain et dans la foi à la parole donnée, seront-ils plus efficaces que les moyens coercitifs, dont l'application est extrêmement limitée, pour faire adopter chez ces peuples la substitution du salaire payé au travailleur libre au capital placé sur la tête du travailleur esclave.

Il y a donc, dans l'Afrique intérieure, en même temps que des terres inconnues à découvrir et à mettre en valeur, aussi une mission civilisatrice, digne de notre siècle, à accomplir.

M. Georges RENAUD

Directeur de la *Revue géographique internationale*, attaché au Cabinet du ministre des finances

LES NOUVELLES CARTES DES ÉTATS-MAJORS HOLLANDAIS ET AUTRICHIENS

— *Séance du 24 août 1878.* —

M. le Dr Cte MEYNERS D'ESTREY

LE DESSÈCHEMENT DU ZUYDERZÉE.

— *Séance du 26 août 1878.* —

Messieurs,

Vous avez tous connaissance du projet formé par les Hollandais pour dessécher la plus grande partie du Zuyderzée, ce qui leur donnerait une nouvelle province. L'objet de ma communication n'est pas précisément de vous entretenir au sujet de cette importante question. Je veux plutôt vous montrer que les Hollandais revendiquent tout simplement à l'Océan, le sol que celui-ci leur a jadis cruellement enlevé. On accuserait de folie un semblable projet si on n'avait pas d'exemples de ce que les Hollandais ont déjà accompli en fait de travaux de ce genre, même avant l'invention de la vapeur.

Il n'y a pas d'autres pays au monde où les habitants aient eu à lutter contre la mer aussi souvent que la Hollande et l'on peut affirmer que le pays presque entier a été arraché aux flots envahisseurs par des conquêtes industrielles et scientifiques.

Pour vous montrer en un clin d'œil les transformations qu'a subies le sol de ce pays à différentes époques, j'ai dressé une carte qui indique à la fois les limites du territoire actuel et celles de jadis.

Vous remarquez immédiatement que la Hollande ne comprend guère que la réunion de plusieurs deltas formés principalement par le Rhin, la Meuse et l'Escaut ; le sol y étant fort bas et incliné vers la mer, il n'est pas étonnant que les plus grands fleuves du continent européen aient dirigé leurs cours vers ces parages pour déverser leurs eaux dans la mer du Nord. Ce fait, qui a toujours causé beaucoup d'ennuis aux ha-

bitants de ces contrées, a été en même temps d'une valeur incontestable pour leur prospérité.

Pendant la période préhistorique, la plus grande partie de la Hollande, au nord de la Meuse, y compris le Zuyderzée, formait un vaste terrain bourbeux dont on trouve encore aujourd'hui les traces en divers endroits. Ce terrain était couvert de forêts vierges à l'époque où les premiers habitants, dont l'histoire fait mention, descendirent dans ces parages. Nous allons voir quelles sont les terres qui ont été submergées depuis, en commençant par les côtes de la mer du Nord qui sont bordées de dunes. Cette chaîne de dunes était située jadis beaucoup plus vers l'ouest. Abandonnée à elle-même, battue par les flots impétueux de la mer et son sable léger chassé par les vents du nord-ouest, elle reculait constamment vers l'intérieur du pays, surtout dans les endroits où elle n'était pas appuyée sur une végétation naturelle et touffue. Même aujourd'hui, malgré les immenses travaux de soutien qu'on a faits pour l'arrêter, ce recul continue toujours quoique dans des proportions beaucoup moins grandes. Le seul moyen d'y remédier complètement serait de planter les dunes en taillis, ce qui a fort bien réussi en France et au Danemarck, mais ce qui est considéré comme impossible en Hollande.

Il est incontestable que l'on a déjà perdu beaucoup de terrain le long des côtes de la mer du Nord. On voit apparaître en divers endroits, sur le rivage et même dans la mer, des ruines de bâtiments situés jadis dans les dunes et même derrière les dunes. Les ruines du château appelé *Huis te Britten*, construit jadis par les Romains à l'embouchure du Rhin, en dedans ces dunes, et dont il ne restait plus de traces, sortirent tout à coup, en 1520, des dunes sur le rivage; les murs avaient alors encore huit pieds de haut. En 1694, ces mêmes ruines étaient arrivées devant *Katwyk*, en pleine mer, à seize cents pas de la côte; en 1752, on en a vu pour la dernière fois une faible partie sortant des eaux pendant qu'un fort vent de l'est chassait les vagues vers la haute mer.

On a encore trouvé ainsi sur le rivage, à Dombourg, en 1646 et 1647, des pierres sculptées d'origine romaine et, en 1690, les rues d'une ville et un cimetière renfermant des cercueils. Tout cela a été englouti depuis par la mer. Autrefois la chaîne des dunes était beaucoup plus serrée qu'aujourd'hui. Elle s'étendait tout le long des côtes de la Hollande et se prolongeait même au nord en protégeant les contrées les plus septentrionales dont il ne reste aujourd'hui que les îles de Texel, Vlieland, Terschelling et Ameland. Elle ne présentait qu'une seule ouverture entre Vlieland et Terschelling pour livrer passage aux eaux de la Vlie qui se jetaient, en cet endroit, dans la mer du Nord et qui formaient à cette époque éloignée l'embouchure de l'Yssel, une branche du Rhin qui déverse aujourd'hui dans le Zuydersée, près de

Kampen. Le mouvement rétrograde des dunes, ne se faisant pas d'une façon régulière sur toute la ligne, a rendu l'invasion de la mer encore plus facile, en lui permettant de rompre la chaîne en divers endroits et de pénétrer ainsi par de larges ouvertures fort avant dans l'intérieur du pays. De semblables accidents se renouvelleraient encore souvent de nos jours si l'on n'y veillait point. Ainsi l'île d'Ameland était sur le point d'être coupée en deux, mais des travaux considérables faits au commencement de notre siècle l'ont sauvegardée. Entre le Helder et Petten, la chaîne des dunes était sur le point de se briser en cinq endroits et de former des passages comme celui que la mer a creusés entre le Helder et Texel. Cet accident aurait nécessairement amené l'amputation d'une grande partie de la presqu'île que la Hollande forme en cet endroit et aurait élargi considérablement l'entrée du Zuiderzée. Fort heureusement on a pu mettre un frein, en temps utile, à la fureur des éléments, de sorte qu'il y a des endroits où les dunes, emportées par la mer, sont remplacées aujourd'hui par des digues.

Eierland était à une certaine époque une île séparée de Texel, lorsque, en 1679, elle y fut reliée de nouveau par une large digue de sable. En 1651, l'île de Terschelling perdit au nord 29 mètres de terrain et en gagna 42 au sud; elle perdit, en même temps, ses dunes sur une longueur de 140 mètres. Au Helder, le point le plus septentrional du continent hollandais, la mer enleva au XVII[e] siècle 1,130 mètres de dunes et 520 mètres au commencement du XVIII[e]. En 1424, on découvrit encore dans ces parages une immense forêt en pleine mer, et, au nord de l'île de Texel il existe encore tant de souches que les filets des pêcheurs s'y accrochent. En 1500, la langue de terre entre Huisduinen et Calandsoog avait à peu près le double de largeur d'aujourd'hui, et, près de Petten, un peu plus au sud, les dunes ont été emportées par la mer sur une longueur de 1,200 mètres au XVII[e] siècle, et sur une longueur de 550 mètres au XVIII[e]. Le village même fut englouti en 1421 et fut reconstruit un peu avant dans l'intérieur du pays. La maison communale, qui se trouve aujourd'hui de nouveau sur les bords de la digue, a été construite en 1625 à 500 mètres de distance de cette barrière.

En suivant la côte vers le Sud, nous arrivons vers Zandvoort, près de Harlem, où la mer a gagné 75 mètres sur le terrain depuis 1750, et l'on estime même, dans les années les plus favorables, cet empiètement à 2 mètres et demi par an. Mais il y a des années, comme en 1852, où la perte s'est élevée à 7 mètres; le 26 septembre 1853, une seule tempête fit avancer la mer de 6 mètres.

A Scheveningue, village de pêcheurs et de bains de mer, près de la Haye, bien connu des étrangers qui visitent la Hollande, la première

église fut engloutie par la mer en 1460. L'église actuelle fut construite à l'extrémité orientale du village, 4,800 mètres plus à l'intérieur que l'ancienne, ce qui n'a pas empêché que, en 1574, un peu plus d'un siècle après, elle se trouvait de nouveau au milieu de ce village et que, aujourd'hui, elle est encore une fois située sur les bords de la mer.

Combien d'autres exemples de ce genre pourrais-je citer qui prouvent d'une manière péremptoire que les mêmes symptômes se reproduisent le long des côtes de la Hollande.

En descendant plus loin vers le sud, les transformations ont été, comme l'indique la carte, encore plus considérables, ce qu'il faut attribuer aux doubles efforts des eaux de la mer et de celles des grands fleuves qui, en cet endroit, se frayent de nombreux passages et y forment une quantité d'îles plus ou moins grandes. Dans celle de Gourée, on a trouvé, en 1618, sur le rivage, une ancienne ville submergée ayant des rues fort longues et des fondations solides. Les fouilles firent découvrir également des ustensiles de ménage, des meubles et des pièces de monnaies. On appelle encore aujourd'hui cet endroit l'*Oude War* (le vieux monde). Tout près de là, il existe aussi des souches et même des troncs d'arbres dans la mer qui témoignent de l'existence de grandes forêts autrefois dans ces parages.

Il fut un temps où la chaine des dunes n'était pas interrompue entre l'île de Gourée et celle de Voorne. Ce n'est même que depuis le XIII^e^ ou XIV^e^ siècle que les eaux entre ces deux îles sont devenues navigables. Déjà en 1540, près de West-Capelle, dans l'île de Walcheren, les dunes avaient disparu au point que la construction d'une digue devint absolument nécessaire. Ce ne fut qu'à force de dépenses considérables, qu'on réussit à y établir un ouvrage qui peut être appelé un chef-d'œuvre d'architecture hydraulique et qui, à une hauteur de 10 mètres, s'étend sur une longueur d'environ 4,000 mètres.

Au résumé, on peut donc compter que, depuis la période historique, la côte ouest de la Hollande a perdu, en moyenne, quatre kilomètres sur sa largeur.

Examinons à présent les pertes éprouvées par suite de la formation du Zuiderzée. Le terrain qui est aujourd'hui submergé par les eaux de ce golfe, était formé en grande partie de tourbières. Les chroniqueurs hollandais, en traçant le récit des divers cataclysmes qui ont amené peu à peu l'état actuel du pays, parlent d'ilots mouvants couverts d'arbres, de fermes et de bétail qui, après avoir flotté pendant quelque temps, finirent par se fixer en d'autres endroits, ce qui est possible avec des terrains tourbeux. Ils parlent peu des habitants noyés dans ces inondations, ce qui prouve que ces contrées étaient peu peuplées, fait qui s'explique facilement en présence d'un sol semblable, d'ailleurs couvert

d'épaisses forêts, et qu'on peut assimiler entièrement au petit nombre de villes et de villages qu'on cite aujourd'hui comme ayant été situés dans les endroits occupés actuellement par le Zuyderzée. J'en ai indiqué quelques-uns sur la carte dans la partie septentrionale du golfe; ils étaient les plus importants, tels que Grebbe, West-Workum, Westerwierum, Hins, Grind, Lidlom, Esonstadt, etc., en précisant autant que possible l'époque de leur disparition. On voit sur la carte que le bassin intérieur du Zuyderzée était déjà formé en partie, du temps des Romains, par un lac d'eaux douces appelé *Flevo lacus*, ou le lac *Almare* du moyen âge, dans lequel se jetait la rivière l'Yssel, branche septentrionale du Rhin; il donnait naissance au nord à une autre rivière la Vlie, qui baignait la ville de Stavoren, devenue aujourd'hui port de mer, et gagnait la mer du Nord entre les îles actuelles de Vliëland et de Terschelling. L'ancien lit de cette rivière la Vlie, est tracée encore aujourd'hui au fond de la mer.

Il est probable qu'il existait une autre branche se dirigeant entre Hindelopen et Stavoren, ou directement du lac Flevo vers le Pontus-Manarmanis, espèce de mer intérieure assez considérable, sur les bords de laquelle étaient quelques villes importantes ; Leeuwarden, Sneek et Bolswart qui existent encore aujourd'hui quoique à une distance assez grande de la mer qui, selon toute probabilité avait été la cause première de leur existence. Cette mer intérieure était séparée de la mer du Nord par une grande île, dont il ne reste aujourd'hui que deux petites parties connues sous les noms de Terschelling et d'Ameland. C'est Ptolémée qui appelle cette mer intérieure Pontus-Manarmanis.

L'île formée par cette mer, la rivière la Vlie, le lac Flévo et le bras présumé, dont je parlais tout à l'heure, était sans doute l'île Flevo (*Flevo insula*) des Romains.

Quant à l'étendue de l'ancien lac Flevo, qui ne nous est pas bien connue, elle a dû être considérable. Pomponius Mela, parlant d'abord du lac Venetum et Acronium (le lac de Constance aujourd'hui) et ensuite du lac Flevo, appelle ce dernier *ingens lacus* et ne dit rien qui fasse supposer sa grandeur. Nous pouvons par conséquent inférer de ce fait, que le lac Flevo était au moins aussi grand, sinon plus grand que le lac de Constance : le bassin méridional actuel du Zuyderzée n'ayant qu'un peu plus de deux fois la superficie du lac de Constance, il est probable que le lac Flevo en occupait environ la moitié. L'exactitude de ces suppositions se trouverait encore confirmée par Tacite qui, dans son ouvrage, *De situ, populis et moribus Germaniæ*, cap. XXXIV, cite parmi les lacs du pays des Frisons celui de Flevo comme le premier et l'appelle *immensus*.

La communication présumée entre ce lac et la mer intérieure Pontus Manarmanis, est également confirmée par Tacite, *Annal.*, lib. II, cap. VIII,

où il dit que Germanicus ayant fait équiper et armer une flotte de guerre dans l'île de Batave, la conduisit promptement vers l'Ems en passant par les lacs et le canal creusé par son père Drusus; ce qui prouve que du lac Flevo on pouvait gagner la bouche de l'Ems sans passer par la mer du Nord.

Déjà les grandes marées et les crues d'eaux qui tourmentèrent la Frise, depuis le IVe siècle jusqu'au IXe, avaient dû causer de grandes transformations dans l'intérieur des terres qui forment aujourd'hui le Zuyderzée; mais il est difficile, sinon impossible, d'en fixer l'étendue, parce que les chroniqueurs n'en disent rien. Le premier renseignement positif, que nous transmet l'histoire, est l'invasion de la mer en 1170. Cette année fut marquée en Hollande par une espèce de déluge, dont l'historien Matthéus Vossius dit que les flots venaient jusqu'aux remparts d'Utrecht et que tout le pays était couvert de poissons de mer après la retraite des eaux. Toutes les terres situées entre Texel, Medemblik et Stavoren furent définitivement englouties dans cette circonstance ; Texel et Wieringhen, ainsi séparées du continent, devinrent à partir de ce moment des îles ; il est probable que cette même année, le lac Flevo s'est considérablement agrandi puisque Vossius dit que le golfe du Zuyderzée avait gagné énormément en étendue. En 1230, la ville d'Esonstadt, qui avait déjà beaucoup souffert en 806, fut complétement détruite. Le chroniqueur Hauviensis dit, en parlant de ce fait, qu'il ne restait absolument rien de cette ville au bout de quelques jours. Ce même chroniqueur prétend que les ravages faits par la mer depuis cette époque, doivent être attribués en grande partie aux canaux que les Frisons creusaient partout, dans l'intérieur du pays, pour créer des voies de communications. Ainsi de la ville de Harlingen à la Vlie, dans la direction de Vlieland, on avait fait un canal assez profond dont les prolongements jusqu'à Bolswart, et dans la direction de Leeuwarden, existent encore aujourd'hui ; ils ont contribué énormément par l'accumulation successive de vase et de sable, à la suppression de la mer intérieure qui est entièrement comblée aujourd'hui. Un autre canal longeait l'île actuelle de Vlieland, pour aller de la Vlie à l'île de Texel qui, depuis 1190, se trouvait isolée du continent. Les conséquences de ces percements ne se firent pas attendre, car, dès 1237, à l'occasion d'une autre grande marée, tout le pays entre Vlieland et la Vlie fut englouti en une seule nuit. Winsemius, un autre chroniqueur qui décrit cet événement, en attribue la cause également aux percements ; il se fonde en outre sur ce que l'envahissement de la mer fut limité par un nouveau canal, celui de Holcama, qu'on venait de creuser. En 1250, survint un autre agrandissement du Zuyderzée. D'après Gutberleth, cette année, la mer enleva tout ce qui restait des terres sur la rive gauche de

la Vlie, ainsi que toute la partie située sur la rive droite entre Stavoren et Harlingen, et recula l'embouchure de cette rivière jusqu'à la ville de Stavoren.

A partir de cette époque la côte entre Stavoren et Harlingen prit donc la forme qu'elle a gardée jusqu'à ce jour. Mais cette même année, la mer engloutit également tout le pays situé entre Stavoren, Enkhuizen et Kampen, respectant encore la presqu'île de Kreyl comprise entre Enkhuizen, Medemblik et Stavoren, mais faisant disparaître les dernières traces de la Vlie et formant un golfe immense ayant son entrée près de Stavoren. Le 14 décembre 1287 une forte tempête fit de nouveau monter les eaux à une hauteur considérable et enleva la petite presqu'île qui restait encore au Nord de Harlingen et dans laquelle se trouvait la ville très-florissante de Grinn, qui renfermait une école supérieure très-réputée à cette époque.

Un siècle plus tard, en 1395, la presqu'île du Kreyl fut enlevée, ce qui donna à la gorge du Zuyderzée le développement qu'elle a gardé jusqu'à ce jour. A la même époque, les passages entre les îles de Texel; Vlieland et le continent prirent des proportions considérables, de sorte que l'entrée et la navigation du Zuyderzée devinrent complétement libres.

Les pays tout à fait au nord, dont il ne reste aujourd'hui que les îles de Terschelling et d'Amelang, ont disparu les derniers au commencement du XVe siècle; d'après un vieux chroniqueur frison, la mer intérieure, Pontus Manarmanis, était, à cette époque, entièrement comblée par les alluvions.

Le Zuyderzée qui, depuis sa grande ouverture au nord, s'était aussi considérablement agrandi au sud, avait pris alors la forme qu'il présente aujourd'hui, il avait même envahi beaucoup de terres dans la presqu'île hollandaise, en y augmentant le nombre de petits lacs qu'on a desséchés depuis. Malgré ces dessèchements, on peut conclure que la formation du Zuyderzée a privé la Hollande d'une étendue de terrain égale à celle de deux de ses provinces. Il est vrai qu'à l'exception de quelques rares endroits, tels que les environs de Wieringen, les terres ainsi perdues n'avaient que peu de valeur. C'étaient de basses tourbières s'élevant à peine au niveau de la mer.

Pour compléter cette étude, il me reste encore à parler du golfe du Dollart à l'embouchure de l'Ems. D'après Sratingh et Venema, il existait au XIIIe siècle, à l'endroit de ce golfe, un pays très-florissant bien cultivé et comptant une soixantaine de villages, qui sont devenus la proie des eaux en 1277. Ce golfe, au moment de sa formation avait pris d'un seul coup, des proportions considérables; mais les endiguements successifs, qu'on a faits depuis et qui sont à peu près indiqués sur ma carte, ont fini par réduire son étendue de plus de moitié. Son nom

lui vient de la fureur des flots qui le formaient : *dollart* veut dire *enragé* dans la langue du pays.

Une autre contrée qui a été fort éprouvée est le pays appelé *Biesbosch*, situé entre *Dordrecht* et *Gertruidenberg*. Là périrent en une seule nuit, le 18 novembre 1421, non moins de soixante-douze villages avec leurs églises et leurs châteaux seigneuriaux. Plus de cent mille personnes trouvèrent la mort dans les flots pendant cette nuit néfaste ; la catastrophe doit être attribuée principalement à la négligence des autorités et des habitants, divisés, à cette époque, par des dissensions intestines.

Chrysostomus, voyageur napolitain qui visitait ce pays en 1514, dit, dans ses lettres concernant ce voyage, qu'à cette époque les clochers de certaines églises sortaient encore de la nappe liquide.

Beaucoup de terres, surtout dans le sud, du côté de la Zélande, ont été perdues pendant la guerre d'indépendance que les Hollandais ont eu à soutenir au XVI^e siècle contre les Espagnols et qui a duré quatre-vingts ans. Constamment traqués par les troupes espagnoles, souvent beaucoup plus nombreuses, les Hollandais se virent obligés de percer des digues pour leur barrer le passage par des inondations. C'est pour cette raison que le peuple batave appelait la mer « *son ennemi et son protecteur* » comme on lit encore sur une vieille médaille zélandaise : *Protector et hostis*.

Passons, à la suite de ce triste récit des pertes de territoire, à celui des travaux gigantesques exécutés par ce peuple infatigable pour reconquérir de vastes contrées sur l'Océan. Ces travaux consistent en endiguements et dessèchements. La construction des digues date déjà du moyen âge, tandis que les dessèchements n'ont commencé qu'au XVI^e siècle, époque à laquelle on inventa les moulins à vent.

Les endiguements seuls ne sont utiles que dans les terres assez élevées pour que les eaux ne les couvrent que pendant la marée basse. On entoure ces terres de digues, munies, en certains endroits, d'écluses qui servent à laisser écouler les eaux pluviales qui s'amassent dans l'intérieur des *polders* (c'est ainsi qu'on appelle les terres entourées de digues).

Malheureusement, l'expérience a démontré qu'après l'endiguement, le niveau des polders baisse généralement au-dessous des marées basses, ce qui rend l'usage des écluses impossible et ne permet plus l'évacuation des eaux pluviales. Pour remédier à cet inconvénient, on inventa les moulins à vent, au moyen desquels on débarrasse les polders de leurs excédants d'eau, sans avoir recours aux écluses dont l'ouverture, au contraire, les inonde, s'ils sont situés au-dessous du niveau de la plus basse marée, ce qui, en Hollande, est généralement le cas.

C'est avec ces sortes de travaux que, depuis le XVIIe siècle, on a reconquis, sur le golfe du Zuyderzée, en tout 29,250 hectares de terres, tant sur les côtes du continent que sur celles des îles de Texel, Wieringen et Terschilling. Aux environs de Kampen, on a reformé des terrains d'une étendue considérable, couverts aujourd'hui d'une quantité de fermes très-importantes. D'ailleurs, l'Yssel qui se jette en cet endroit dans le Zuyderzée y forme des alluvions dont on cherche à tirer parti par tous les moyens imaginables. Les atterrissements qui en résultent augmentent le terrain à raison de quatre hectares par an, et les terres, ainsi acquises, y ont aujourd'hui une étendue de 3,500 hectares. Non loin de là, le Zuyderzée forme des alluvions semblables que les habitants protégent peu à peu par des digues, en formant des polders d'une fertilité extrême et infiniment préférables aux terrains tourbeux que la mer enlevait jadis. On dirait que les remords de ses ravages d'autrefois la poussent à aider, autant que lui permet la nature, à reconstruire le pays avec des matières plus solides et plus utiles que celles qu'elle lui a si cruellement arrachées.

Mais le fait le plus curieux de ce genre est la disparition complète de la mer intérieure, Pontus Manarmanis, ainsi que de plusieurs lacs, situés jadis au sud de ce golfe, où l'on trouve aujourd'hui d'excellentes terres. Aussi, parmi les armoiries de différentes localités de ce pays, il en existe qui, faisant allusion à ce fait, sont formées par trois énormes épis de blé sortant d'autant de buccins (coquillages).

Au XVIe siècle, on reprit aussi environ 2,500 hectares de bonnes terres du côté du Lauwersée. Mais, généralement, on était en Frise beaucoup plus lent à faire des digues que dans la Hollande septentrionale, de sorte qu'en 1570, pendant une forte marée, la mer couvrit le pays tout entier, et ce ne fut qu'à l'énergie du régent espagnol, Caspar di Robles, que les Frisons durent leur salut. On raconte même à cette occasion une histoire assez amusante : Lorsqu'il s'agit de payer les frais des travaux, beaucoup de fermiers et de propriétaires refusèrent de subvenir, pour leur part, aux dépenses des digues extérieures le long des côtes ; les uns prétextaient qu'ils n'avaient qu'à payer pour les dégâts entourant leurs polders, les autres invoquaient d'anciens traités qui les affranchissaient de toutes contributions de ce genre. Caspar de Robles les convoqua tous à une réunion générale, près d'un endroit où la mer venait de causer de nouveaux dégâts, prit tous leurs parchemins et toutes leurs lettres de franchise, les jeta dans un énorme trou creusé par les flots en disant en mauvais hollandais : « Les voilà, vos paperasses ! Si elles peuvent boucher les trous, tant mieux pour vous. » Cette allocution, brève et concluante, ouvrit les yeux aux Frisons qui se cotisèrent immédiatement pour faire construire des digues solides ; le *terminus* en pierre près de

Harlingen témoigne encore aujourd'hui de l'énergie du régent espagnol Caspar di Robles, qui sauva la Frise de la fureur de l'Océan.

Depuis cette époque, la Frise a regagné peu à peu par ses endiguements, environ 25,000 hectares de terrain, ou 50,000 y compris ceux reconquis sur le Dollart. En dehors de ces terres reprises à l'Océan, il y a environ 150,000 hectares qui deviendraient sa proie si elles n'étaient pas bien garnies de digues.

Depuis la grande catastrophe de 1421, on a réussi à reconquérir également beaucoup de terres dans la Hollande méridionale; les alluvions causées par le ralentissement forcé du cours des fleuves ont été d'une utilité incontestable pour ces travaux. Bien des îles ont été réunies par ces atterrissements, sans que la main de l'homme ait eu besoin d'intervenir. Un peu au-dessous de Dordrecht, l'accumulation de vase et de sable était telle qu'il fallait creuser, à la fin du XVI^e siècle, un nouveau canal pour rendre la navigation possible. Plus bas, près des bouches de la Meuse, il y a des endroits où, vers la fin du XVII^e siècle, toute la flotte de guerre entrait à pleines voiles et où, au commencement du siècle actuel, quatre bateaux pêcheurs pouvaient à peine naviguer de front. Aussi s'occupe-t-on depuis peu à creuser un nouveau canal, au sud de Scheveningue, qui permettra aux navires d'entrer librement dans la Meuse.

Plus de cinquante îlots se sont déjà formés près de Dordrecht et tendent peu à peu à se réunir; et il y a plus de 5,000 hectares d'excellentes terres; le total de ces acquisitions, dans toute la partie méridionale de la Hollande baignée par les eaux de la Meuse, s'élève à 68,107 hectares. Un peu plus au sud, au-dessous du Moerdyk, là, où se rencontrent les eaux de la Meuse et de l'Escaut, l'accroissement des terres s'élève déjà à 38,600 hectares; enfin en Zélande, dans cet archipel, formé par les bouches de l'Escaut, nous trouvons encore un total de 89,200 hectares de terres reconquises sur la mer.

Nous avons vu au commencement de cette étude qu'aux temps primitifs, toutes les provinces hollandaises, qui bordent la mer, étaient formées de basses tourbières, couvertes d'immenses forêts, de lacs et de mares bourbeuses. Les premiers habitants, rasant peu à peu les forêts, les terrains tourbeux perdirent toute espèce de solidité et n'avaient bientôt plus assez de consistance pour résister à l'envahissement de ces grandes flaques d'eau. On peut dire que les forêts avaient servi, jusqu'à cette époque, de carcasse au pays. Mais ce n'était pas tout. Après avoir coupé les forêts, les habitants se mirent à creuser le terrain pour en faire des tourbes, de sorte que les mares ne tardèrent point à se multiplier dans des proportions considérables et à inspirer les plus vives inquiétudes. Les dépenses faites pour mettre un frein à ces invasions

s'élevaient à des sommes folles, tandis que les travaux étaient constamment à recommencer jusqu'à ce qu'on trouva enfin que la seule mesure radicale pour s'en débarrasser était de vider ces lacs au moyen de pompes. Mais les dépenses qu'entraînaient des travaux d'une telle importance ne purent être couvertes qu'en prouvant aux entrepreneurs qu'il y avait un avantage réel à le faire. Voilà pourquoi les premiers dessèchements n'ont été fait que dans les endroits où, sous les terrains tourbeux, se trouvait une terre solide et fertile.

Comme je l'ai déjà dit, les terrains obtenus par les déssèchements sont situés au-dessous du niveau des plus basses marées.

La presqu'île de la Hollande septentrionale et les contrées au sud d'Amsterdam (du côté de la mer du Nord) sont presque entièrement formées de ces sortes de terre. J'ai indiqué sur la carte à peu près les anciens lacs, y compris celui de Harlem, qui tous ont été désséchés, principalement au commencement du XVIIe siècle, de 1607 à 1640, époque à laquelle 19,600 hectares de terres furent ainsi reconstitués et ensuite au milieu du siècle actuel, de 1840 à 1853, où le déssèchement du lac de Harlem rendait à la culture 18,000 hectares de bonnes terres. Ce lac de Harlem, formait jusqu'en 1531, quatre petits lacs d'une superficie totale de 5,664 hectares seulement. Mais les eaux, minant constamment les rives, finirent bientôt par ne former qu'un seul lac, qui s'étendait rapidement et envahissait progressivement tous les villages situés à l'entour. En 1591 l'étendue du lac avait déjà atteint 10,597 hectares; en 1647, 14,443; en 1687, 15,412; en 1740, 16,664; en 1809, 17,030; et en 1840, 18,100 hectares. Il était donc plus que temps, en 1840, que l'on songeât enfin à fermer au cœur de la Hollande cette affreuse plaie dont les proportions devenaient de plus en plus menaçantes.

La superficie totale des terres obtenues par le dessèchement des lacs dans la presqu'île de Hollande proprement dite, s'élève à 81,906 hectares, y compris le lac de Harlem.

En faisant la récapitulation et l'addition des terrains reconquis sur la mer par les endiguements et les dessèchements, nous trouvons un chiffre total de 363,507 hectares, superficie égale à l'une des plus grandes provinces de la Hollande. Dans ce chiffre nous ne comprenons pas les terres conservées par des digues et qui autrement seraient devenues depuis longtemps la proie de l'Océan.

Plaçons en regard de ces terres reconquises celles que la mer a commencé par engloutir et dont la superficie s'élève à 581,332 hectares, y compris le Zuyderzée. Nous trouvons alors que la différence entre les terres perdues et celles retrouvées n'est que d'environ 220,000 hectares. Cette différence serait donc à peu près comblée par le dessèchement d'une partie du Zuyderzée qui serait de 195,300 hectares.

Quoique les dépenses pour ces dessèchements soient considérables, il ne faut pas perdre de vue que les terres que l'on retrouve aujourd'hui sont de beaucoup supérieures à celles que l'on a perdues autrefois, parce que les eaux ont enlevé la croûte tourbeuse qui les couvrait.

Le docteur Haring dans son ouvrage : *Voormaals en Thans* (Jadis et Aujourd'hui), page 164, dit que la valeur des terres reconquises dépasse d'environ 65 millions de francs celle des terres perdues, malgré l'étendue plus grande de ces dernières. Cette évaluation me paraît trop basse, mais elle montre en tous cas que les Hollandais n'ont pas perdu au change.

Il n'est donc pas étonnant qu'ils songent enfin à la revendication de la moitié du Zuyderzée, entreprise immense, mais qui, surtout aujourd'hui, avec les pompes à vapeur, ne saurait effrayer un peuple qui s'est déjà montré capable de tant de prodiges en fait de travaux hydrauliques. En effet, avec la vapeur comme force motrice, ce n'est point dans l'épuisement même que gît la grande difficulté; ce sont les travaux préparatoires et ceux d'appropriation à la culture des terres conquises qui sont les plus difficiles à accomplir et qui nécessitent les plus grandes dépenses. Il est clair qu'il faut d'abord enclore de digues la partie du golfe que l'on veut épuiser, et comme cette clôture empêche la navigation sur ses eaux, il faut commencer par créer de nouvelles voies navigables, c'est-à-dire qu'il faut creuser à l'entour de ces digues des canaux assez larges et assez profonds pour qu'ils puissent servir en même temps à conduire vers la mer les eaux épuisées. Ensuite, après les dessèchements accomplis, pour rendre possible la culture de nouveaux terrains, il faut les rendre habitables, il faut construire tout un réseau de chemins, de canaux et de fossés. En un mot, c'est toute une province à créer, à improviser.

Déjà, en 1849, un habile ingénieur avait conçu un projet de dessèchement du Zuyderzée, mais ce projet n'eut aucune suite et tomba dans l'oubli. En 1865, un ancien gouverneur des Indes appela l'attention d'une Société de Crédit foncier hollandaise sur la possibilité de cette revendication. Cette Société, qui venait seulement de se former, saisit avec empressement l'idée d'accomplir cette œuvre grandiose, et consulta M. Beyerinck, le même ingénieur qui avait conduit à bonne fin le dessèchement du lac de Harlem. Celui-ci fut d'avis que l'opération n'était praticable que pour la partie méridionale du golfe qui est la moins profonde et la plus fertile, avec maintien du libre écoulement des eaux de l'Yssel, près de Kampen. On procéda ensuite par des sondages à la prise de nombreux échantillons pour se rendre compte de la nature et de la conformation des terrains formant le fond de la partie du

Zuyderzée comprise dans le projet d'endiguement. Ces investigations donnèrent un résultat des plus favorables. L'analyse des échantillons fit reconnaître une terre glaise d'alluvion de première qualité et d'une grande épaisseur. La Société s'informa donc près du gouvernement s'il serait enclin à donner en concession l'exécution du projet, et en cas d'affirmative, s'il était disposé à entrer en négociation à ce sujet avec la Société.

Cette demande fut accueillie, le projet fut examiné par une commission formée des principaux ingénieurs de l'État qui, après vingt mois d'études approfondies, fit un rapport favorable au projet, toutefois avec certaines modifications. Sur ces entrefaites, la Société de Crédit foncier s'était retirée et avait cédé ses droits éventuels à un comité de sept individus qui se chargeaient de l'achèvement de cette œuvre, mais pas avant d'avoir fait examiner à nouveau le projet par un comité composé d'hommes compétents de spécialités diverses, afin d'être éclairé sur les difficultés que l'entreprise pourrait offrir : par rapport aux relations de commerce et de navigation entre les provinces riveraines, au point de vue de la salubrité publique, etc.

Cet examen consciencieux, qui ne dura pas moins de trois ans, se termina par un volumineux mémoire du plus haut intérêt qui indique dans ses moindres détails tous les travaux à exécuter pour garantir les intérêts généraux des contrées avoisinantes et assurer à la nouvelle province en voie de création une situation et des conditions d'existence suffisantes pour satisfaire à toutes les exigences raisonnables. De toutes ces investigations il résulte que l'entreprise sera non-seulement un bienfait pour le pays, mais une opération des plus lucratives pour ceux qui y engageront leurs capitaux.

Étendue du dessèchement, 195,300 hectares.

Digue principale, 40 kilomètres de longueur.

30 mètres de largeur.

5 mètres d'élévation.

Force des pompes à vapeur, 9,480 chevaux.

Pourra être achevé en 14 années.

Coût environ 250 millions de francs.

Plus intérêts du capital engagé, 85 millions.

Le produit de la vente des terrains suffira amplement à rembours avec usure le capital engagé.

Terrain absorbé par les canaux, les digues, les chemins de fer, etc., 20,000 hectares.

Reste 175,000 à vendre à la culture au prix de 4,000 francs par hectare soit 700 millions, marge très-large.

Aussi, malgré tous les arguments qui militent en faveur du système

des concessions particulières, le gouvernement hollandais paraît décidé à donner la préférence à une exécution par l'État aux frais du Trésor public, avec expropriation préalable, pour cause d'utilité publique, de l'invention et des travaux du comité.

M. PAQUIER

Docteur ès-lettres.

LES DERNIÈRES EXPLORATIONS RUSSES DANS L'ASIE CENTRALE ET LES DÉCOUVERTES DU COLONEL PRJEVALSKI DANS LA RÉGION DU LOB NOOR

— *Séance du 26 août 1878.* —

Les dernières explorations, accomplies au cœur du grand plateau central asiatique, compteront sans contredit parmi les plus importantes et les plus fécondes de notre temps. C'est à trois voyageurs russes, MM. Potanine, Sossnovski et Prjevalski, qu'en revient toute la gloire ; car venant après MM. Ney Elias et le baron de Richthoffen, ils ont rendu les plus grands services à la science et au commerce, en modifiant complètement les données géographiques que nous possédions sur ces contrées intérieures du vieux continent. De ces trois voyageurs, M. le colonel Prjevalski est celui qui doit surtout nous occuper ; car il a parcouru de 4,000 à 4,500 kilomètres à travers un pays, en grande partie inconnu, et son nom sera inséparable de la géographie du Lob-Noor et du Thibet oriental, comme les noms de Wood, de Fedtchenko et de Forsyth le seront de la géographie de l'Amou-Daria, du Syr-Daria, de l'Alai, du Pamir et de la Kachgarie occidentale.

Dans un premier voyage accompli de 1873 à 1875, le colonel Prjevalski avait déjà fait de précieuses découvertes. Partant de Kiatcha et d'Ourga, au sud du lac Baïkal, il s'était dirigé sur Pékin ; de Pékin il s'était rendu sur les bords du Dalaï-Noor, et de là, prenant au S. O., il avait reconnu l'Hoang-ho, non loin de la ville de Baïtaou. — Remontant le grand fleuve chinois jusqu'au cœur du massif du Koukou-Noor, il avait le premier fait disparaître les doutes qui depuis des siècles existaient relativement aux sources du Fleuve Jaune, et même poussant plus au sud, il avait reconnu dans le Moussouï-Oussou, le cours supérieur du Yang-tse-Kiang ou Fleuve Bleu.

Mais ce n'était là que le prélude de ce grand voyage qu'il accomplit

de 1876 à 1877, dans la région du Lob-Noor, et qui l'amena à faire de si précieuses découvertes. — Le premier parmi les voyageurs européens il pénétra au sud des Tian-Chan, dans le bassin inférieur du Tarim, pour y retrouver les traces de Marco-Polo, jeter une lumière nouvelle sur l'hydrographie, l'orographie de ces mystérieuses contrées et révéler, pour ainsi dire, cette antique voie commerciale qui, dès les temps les plus anciens, mettait en communication l'empire romain avec le pays de Sères, le Cathay des historiens du moyen âge.

Parti de *Couldja*, sur le cours supérieur de l'Ili, il traverse les masses méridionales des Tian-Chan, sur la nature desquels il fournit les détails les plus explicites qui corroborent les données de Fedtchenko, de Semenoff et Severtzoff; puis prenant par le plateau de l'Youldouz, il débouche sur le rives de l'Oungoun-Daria, grand affluent du Tarim, qui descend jusqu'à son embouchure dans un grand lac, le *Kara-Bouran* (*Tempête noire*). Longue de 32 à 37 kil., large de 12 à 15 kil., cette nappe d'eau s'écoule dans une seconde baie plus importante comme étendue : c'est le *Kara-Kochoun*, long de 96 à 106 kil., large de 24 à 26 kil., mais peu profond, surtout dans la partie méridionale : 1 mètre à 1m,50 c. à peine. Serait-ce cela le *Lob-Noor*, dont parlèrent *de auditu*, tous les explorateurs du moyen âge? M. Prjevalski le croit et après lui les savants français et anglais n'hésitent pas à l'admettre. Mais M. le baron de Richthoffen, dont le dernier ouvrage sur la Chine constitue un des plus beaux travaux de géographie physique et historique de notre siècle, émit d'abord quelques doutes, puis réfuta preuves en main l'assertion du voyageur russe. Le *Lob-Noor* est indépendant du Kara-Bouran et du Kara-Kochoun ; il est à plusieurs kilomètres plus au N. E. du dernier, et les cartes chinoises nous le montrent environné d'une ceinture de lacs moins importants, qui autrefois, sans doute, ne devaient former avec lui qu'une seule et même masse d'eau. Cette opinion est la vraie ; néanmoins M. Prjevalski avait le premier soulevé un coin du voile qui depuis tant de siècles couvrait ces régions mystérieuses.

Une autre découverte, plus importante encore, fut celle d'une masse montagneuse qui, dans la direction du midi, limitait à une distance de 160 à 165 kil., les bas-fonds de cette plaine.

Jusqu'à nos jours, on croyait que le Turkestan oriental, ou bassin du Tarim, formait comme un immense fer à cheval dont l'ouverture se développait à l'est entre les Tian-Chan au nord, et le Thibet au midi. Que pouvait-il y avoir entre le Lob-Noor, connu de nom seulement, et le plateau thibétain? Un immense désert de sables, qui, sur une largeur de 700 à 1,000 kilomètres, et beaucoup plus, peut-être, se continuait jusqu'au pied du Kouen-Lun.

Or, partant de *Tcharchalik*, à quelque distance au sud du Kara-

Bouran, le colonel Prjevalski aperçut à une distance de 160 kilomètres environ, au sud, une masse montagneuse, que les indigènes nommaient l'*Altyn-Dagh*, et qui se confondait, disaient-ils, avec le *Bokos-Dawan*, ou les Neuf-Défilés, appellation tartare du *Kouen-Lun* chinois. Le colonel Prjevalski voulut l'explorer. Par une rampe d'accès facile, il arriva au pied même de l'Altyn-Dagh (7,700 pieds), calcula la hauteur de sa ligne de faîte à 13,000 ou 13,500 pieds, et pendant trente ou quarante jours, sur une longueur de 555 à 560 kilomètres, s'engagea dans l'intérieur du massif.

Nul doute que ce ne fût là l'extrémité septentrionale de ce grand plateau thibétain que l'on savait bien se continuer jusqu'au Koukou-Noor, à l'est, mais dont la limite au nord était complétement ignorée. La certitude n'est pas complète encore. Mais un fait reste désormais acquis, c'est que la haute plaine de la Tartarie orientale a la forme d'une ellipse, s'ouvrant à la partie orientale du bas-fonds qui descend à 600 ou 650 mètres et qu'occupent un grand nombre de lacs, dont le principal est le Lob-Noor. C'est une ancienne mer desséchée qui, à l'est du Pamir, fait pour ainsi dire la contre-partie de cette profonde dépression Aralo-Caspienne, dans laquelle la science a reconnu le fonds de l'ancien Océan scymique.

Etant donnés les résultats obtenus par les explorations, nous comprenons beaucoup mieux aujourd'hui : 1° la direction de ces grandes voies commerciales, qui, de tout temps, avaient uni les deux parties extrêmes du vieux continent asiatique ; 2° la disparition ou la destruction de ces villes autrefois célèbres, et que Marco Polo avait mentionnées dans son *Millione*, et que personne depuis ne pouvait retrouver.

C'est dans cet espace restreint que resserrent, au nord, les Tian-chan, au sud, les contre-forts du Thibet, le long du Tarim et sur les rives du Kara-Bouran, du Kara-Kochoun et du Lob-Noor, que devaient passer les caravanes venues de l'Oxus et de l'Yaxarte; de Yarkand et de Kachgar pour arriver à Lob-Noor, et de là se diriger sur Métropolis, Karakorum et Camballou. C'est par là que devaient déboucher, se précipitant du désert de Chamo, les invasions orientales qui portaient la désolation dans le bassin du Tarim. Ainsi s'explique l'existence de ces ruines nombreuses de villes disparues, que le colonel Prjevalski a reconnues et dont quelques-unes couvrent même plusieurs kilomètres d'étendue. C'est là un vaste champ à explorer, et les voyageurs y trouveront plus d'une découverte précieuse à faire.

En résumé, ces brillantes explorations en appellent d'autres qui devront les compléter et faire la lumière sur ces questions encore insuffisamment connues. M. Prjevalski l'a compris tout le premier: car dès la fin de 1877 il s'engageait dans un nouveau voyage pour pénétrer par le

Koukou-Noor sur le plateau thibétain. Arrêté en janvier 1878 par une assez grave maladie, il dut renoncer momentanément à ses projets qu'il se propose de reprendre aussitôt qu'il sera rétabli.

D'autre part, M. Potanine a organisé, en janvier 1878, une nouvelle expédition qui doit s'engager au cœur de la Mongolie, et nous apprenons que de Chang-Haï vient de partir le comte Bela Szeesenski qui veut, à l'aide de ses propres ressources, éclaircir complètement la question du Lob-Noor.

Espérons qu'avant peu les efforts combinés de ces différents voyageurs auront abouti à dissiper les dernières ténèbres qui nous cachaient encore cette intéressante et curieuse région asiatique.

M. FONCIN

Professeur d'histoire et de géographie au Lycée de Bordeaux.

DE L'ORGANISATION DES SOCIÉTÉS DE GÉOGRAPHIE EN FRANCE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 27 août 1878 —

M. Foncin, vice-président de la Société de Géographie de Bordeaux, traite de l'organisation des Sociétés de géographie en France.

M. Foncin est là d'autant plus à son aise que cette Société de géographie est, en quelque sorte, une fille de l'Association française pour l'avancement des sciences. Dès ses commencements, elle compta immédiatement cinq cents membres. Sans parler des travaux inhérents à toute Société de ce genre, elle a abordé un certain nombre de questions locales du plus haut intérêts, telles, par exemple, que l'érosion de la plage d'Arcachon, que l'on attribuait à un affaiblissement du sol, et dont la cause primordiale est un courant que l'on ne soupçonnait pas; telles également que l'envasement du port de Bordeaux, sur lequel elle a le mérite d'avoir attiré l'attention de l'autorité.

M. Foncin termine en annonçant le projet émis d'établir à Bordeaux une exposition géographique disposée sur un plan nouveau, qui permettrait d'embrasser d'un premier coup d'œil tout ce qui regarde telle ou telle région.

M. Ch. E. UJFALVY

Chargé de cours à l'École des langues orientales

LES NOUVEAUX TERRITOIRES RUSSES DANS LE TURKESTAN

— *Séance du 27 août 1878.* —

Chargé par le ministère de l'instruction publique d'une mission dans l'Asie centrale durant les années 1876 et 1877, M. DE UJFALVY relate un épisode de son long et pénible voyage, et donne d'intéressants détails sur la route de Tachkend à Samarcande, sur Samarcande même et sur le Kohistan, c'est-à-dire sur la haute vallée de Zérafchâne.

M. F. HENNEQUIN

DE L'ENSEIGNEMENT DE LA GÉOGRAPHIE PAR LA TOPOGRAPHIE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. FRÉDERIC HENNEQUIN prend la parole sur l'enseignement de la géographie par la topographie. L'auteur démontre par quels moyens ingénieux il parvient à inculquer aux plus jeunes enfants de nos écoles primaires des notions de topographie qui, à un moment donné, peuvent leur permettre de suivre les reliefs du sol, la direction des cours d'eaux et des montagnes. Par la méthode de M. Hennequin, notre armée s'enrichira d'un grand nombre de sous-officiers pour lesquels la topographie pratique ne sera plus qu'un jeu.

M. le Dr HAMY

Aide-naturaliste au Muséum.

UN PORTULAN INÉDIT DE DEVALSECHA (1477).

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. Hamy, président, établit tout d'abord l'étymologie de ce mot portulan. A partir du XIVe siècle, l'industrie des portulans se développe, et nous voyons Gabriel Devalsecha, maître-pilote de Majorque, établir une carte du littoral méditerranéen, qui a joui d'une célébrité telle qu'Américo Vespucci la lui paya cent trente ducats d'or (elle vaut aujourd'hui plusieurs centaines de mille francs).

M. BETOCCHI

Membre de l'Académie des sciences de Rome, Membre du Conseil supérieur des travaux publics à Rome.

LES MARÉOGRAPHES ÉTABLIS DERNIÈREMENT SUR LES COTES D'ITALIE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. Betocchi, ingénieur en chef des ponts et chaussées du royaume d'Italie, soumet quelques observations sur l'état actuel des observations maréographiques faites, dans ces dernières années, en Italie. Il explique au moyen de quels appareils ingénieux on est arrivé à pouvoir observer exactement la hauteur maximum des marées de la Méditerranée et de l'Adriatique.

M. Ch. HERTZ

Secrétaire général de la Société de géographie commerciale.

DE L'ÉTABLISSEMENT D'UN BUREAU D'ÉMIGRATION.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. CH. HERTZ débute par un tableau des richesses que l'Angleterre a recueillies par l'émigration de ses enfants qui, savamment guidés par de puissantes associations, marchent presque à coup sûr, à la conquête industrielle et commerciale du globe. Il n'en est pas malheureusement de même en France, où l'initiative privée et publique manque presque entièrement. Il n'appartient qu'aux institutions issues de l'initiative privée d'éclairer et de seconder efficacement les hommes courageux qui vont chercher à l'étranger la fortune qu'ils désespèrent de conquérir sur le sol natal.

Ces considérations ont attiré l'attention de la Société de Géographie commerciale de Paris et l'ont amenée à formuler la conclusion qu'il était urgent que la France fût dotée d'une association indépendante issue de l'initiative privée, qui, sous le titre de Conseil d'émigration, aurait pour objet de réunir tous les documents relatifs aux pays neufs, d'édifier directement toute personne qui voudrait s'expatrier, et lui servir d'intermédiaire officieux auprès des autorités locales.

M. BRAU de SAINT-POL-LIAS

Directeur de la Société des colons explorateurs.

EXPLORATION ET COLONISATION. — L'INSTITUTION DES COLONS EXPLORATEURS.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. BRAU DE SAINT-POL-LIAS établit tout d'abord l'intérêt qui s'impose de lui-même à l'exploration et à l'occupation des régions encore peu connues du globe. Pour cela, il est nécessaire d'organiser l'exploration, et chercher le moyen de donner à notre pays le rôle important qu'il doit jouer dans le grand mouvement géographique de notre époque. Or, les explorations sont encore aujourd'hui isolées et toujours dispendieuses. Il faut donc pouvoir mettre les explorations à la portée de tous. Pour atteindre ce but, il faut associer la colonisation à l'exploration.

M. MAUNOIR

Secrétaire général de la Société de géographie.

APERÇU HISTORIQUE DES CONTRIBUTIONS DE LA FRANCE A LA GÉOGRAPHIE DEPUIS 1800.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

Tel est le titre d'un important ouvrage que le Président, M. MAUNOIR, devait lire à l'ouverture de la session ; malheureusement, M. Maunoir a été retenu loin de Paris, et le Vice-Président, M. le Dr Hamy, a rendu compte en ces termes des matières que ce travail renferme :

« Dans ce travail remarquable à tous égards, M. Maunoir établit, tout d'abord, qu'il est du devoir de l'Association française pour l'avancement des sciences, d'enregistrer les services rendus à la géographie par nos compatriotes, et la géographie, suivant une expression de M. Vivien de Saint-Martin, a rendu à la science moderne autant de services qu'elle lui a emprunté de secours. »

M. A. CŒURET

UN NOUVEAU GONIOGRAPHE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. A. CŒURET donne la description d'un goniographe de son invention.

M. CORRENTI

Sénateur, Président de la Société italienne de géographie.

LES EXPÉDITIONS ITALIENNES DANS LE CHOA.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. Correnti, appelé à donner des renseignements sur l'expédition italienne dans l'Ethiopie méridionale, constate le développement des études géographiques dans son pays, depuis qu'il a fondé une Société géographique (1869). Il mentionne les journaux, les savants et les voyageurs qui ont aidé cet heureux mouvement et, après cela, abordant son projet, trace l'histoire de l'expédition qui, sous la direction de M. Antinori, a pu, après avoir rencontré des difficultés inouïes, pénétrer dans le Choa, où elle a trouvé une hospitalité sympathique de la part du roi Ménélik.

L'orateur ajoute quelques détails sur la situation politique du royaume de Choa et des États voisins, sur la nouvelle route suivie par Gessi et Mateucci, pour arriver dans le Kasja par le Jozoglo et Jadasji, et finit en donnant un catalogue des mémoires envoyés à la Société géographique par Antinori, Martini, Chiavini et Mateucci, parmi lesquels il y en a qui intéressent hautement l'ethnographie et l'histoire naturelle.

M. Georges RENAUD

Directeur de la *Revue géographique internationale*, attaché au cabinet du ministre des finances.

MOYEN A EMPLOYER POUR LA COLONISATION DE L'ALGÉRIE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. G. Renaud fait un intéressant exposé des moyens à employer pour coloniser l'Algérie et augmenter le nombre des bras. Pour lui, une des solutions de ce problème si ardu serait l'introduction de l'élément chinois, qui fournirait aux colons la main-d'œuvre à bon marché

DISCUSSION.

M. Capitaine qui a longtemps habité l'Algérie ne partage pas cette manière de voir, l'abaissement du prix de la main-d'œuvre devant arrêter net le mouvement de l'immigration européenne et principalement française, que l'on doit au contraire favoriser par tous les moyens possibles.

M. Alphandery, adjoint au maire d'Alger, combat également les assertions de M. G. Renaud et il déclare formellement que la très-grande majorité des colons algériens repousse absolument l'intrusion chinoise dont on les a menacés et dont on voudrait les menacer encore.

L'ordre du jour de la Section de géographie comprenait plusieurs autres travaux qui n'ont pu être communiqués en séance, faute de temps, Nous en reproduisons les titres ci-après :

M. H. Capitaine. — Le Congrès international de géographie commerciale.
M. l'abbé Durand. — La mer Morte et la vallée de l'Arabah.
M. B. de Chancourtois. — L'Unification des travaux géographiques.
M. Lelong. — L'Émigration en Italie.

Présentation de Travaux imprimés

ENVOYÉS AU CONGRÈS

POUR ÊTRE COMMUNIQUÉS A LA SECTION

M. le Dr Carret. — Sur le déplacement polaire et les preuves des variations de l'axe terrestre.

15me Section.

ÉCONOMIE POLITIQUE ET STATISTIQUE

Président d'honneur........	M. Ad. d'Eichthal, Président du Conseil d'administration de la Compagnie des chemins de fer du Midi.
Président...................	M. Frédéric Passy, Membre de l'Institut, Vice-Président de la Société d'économie politique de Paris.
Vice-Présidents.............	MM. Bouvet, Administrateur du Mont de Piété et de l'École La Martinière, Membre de la Société d'économie politique de Lyon;
	Hippeau, Secrétaire du Comité des travaux historiques au ministère de l'Instruction publique.
Secrétaire.................	M. Joseph Lefort, Avocat à la Cour d'appel de Paris, lauréat de l'Institut.
Secrétaires-adjoints........	MM. Alf. Droz, Avocat à la Cour d'appel de Paris;
	Godart, Directeur de l'École Monge.

M. GROULT

Fondateur des musées cantonaux, Avocat, docteur en droit à Lisieux.

SUR LES MUSÉES CANTONAUX ET LES MUSÉES SCOLAIRES (1).

— *Séance du 23 août 1878.* —

(1) La section ayant décidé que les travaux de pédagogie seraient renvoyés spécialement à une sous-section qui a tenu plusieurs séances, les mémoires relatifs à ces sujets ont été réunis, ci-après, page 1169.

M. GROULT

Fondateur des musées cantonaux, Avocat, docteur en droit à Lisieux.

LES PROMENADES SCOLAIRES ET LES FÊTES NATIONALES DE L'ENFANCE (1) ET DE LA JEUNESSE.

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. le Dr BOURUS

A Mont-de-Marsan.

L'ENSEIGNEMENT PUBLIC EN HARMONIE AVEC LES BESOINS ACTUELS DE LA SOCIÉTÉ (1).

— *Séance du 23 août 1878* —

M. BERGE

Avocat à la Cour d'appel de Paris.

DE LA SITUATION DES BUREAUX DE BIENFAISANCE, A PARIS

— *Séance du 23 août 1878.* —

L'assistance publique est organisée d'une manière différente à Paris et dans les départements ; dans ces derniers, la loi « a consacré l'indépendance complète des commissions chargées de répartir les secours (2) ». A Paris, une administration publique « répartit chaque année, entre » les bureaux de bienfaisance locaux chargés d'en faire l'application, » des subventions qui, jointes aux ressources recueillies par eux au » moyen de quêtes, de souscriptions à domicile, etc., fournissent les

(1) Voir sous-section de pédagogie, page 1169.

(2) Rapport au Ministre de l'intérieur sur la situation des bureaux de bienfaisance en 1871, par M. P. Bucquet, p. 16.

» recettes nécessaires pour couvrir les dépenses (1) » ; en un mot, dans la capitale, les commissions chargées de répartir les secours ne sont pas indépendantes.

Cette situation existe depuis trente années; autrefois, les services hospitaliers de Paris étaient dirigés par une administration, et dans chacun des arrondissements, fonctionnait un Bureau autonome chargé de la distribution des secours à domicile; on sentit le besoin de centraliser et de régulariser ce dernier service, et dans ce but, la loi du 10 janvier 1849, le plaça sous la haute direction de l'administration générale de l'Assistance publique. Les Bureaux ne perdirent pas complétement leur autonomie: ils eurent encore leur budget spécial concernant, d'une part, leurs ressources particulières composées des dons volontaires du public, d'autre part, les allocations fournies par l'administration; de plus, ils restèrent à peu près souverains maîtres de la distribution des secours à domicile aux indigents. Mais l'administration confondit désormais dans sa caisse les ressources des anciens Bureaux et celles de l'ancienne Administration des hospices. Le produit du droit des pauvres, le prix des concessions dans les cimetières, les bonis de l'administration du Mont-de-Piété, anciennement attribués aux Bureaux, perdirent ainsi leur affectation spéciale, et on n'eut pas égard à l'origine des recettes dans la rédaction du budget des dépenses. Les conséquences de ce fait furent considérables; l'administration put, sinon tout à fait selon son gré, du moins avec les autorisations de droit, affecter telle quantité des recettes qu'elle crut convenable à l'un ou à l'autre de ses deux services, celui des hospices et hôpitaux, ou celui des secours à domicile, et ce dernier se trouva, au point de vue pécuniaire, absolument différent de ce qu'il était avant la loi de 1849. C'est cette situation pécuniaire nouvelle que j'ai le dessein d'exposer ici, et, autant que me le permettront les bornes de cette courte communication, j'en chercherai les principaux traits dans le budget de l'administration de l'Assistance publique.

Comme l'exige la nature des choses, ce compte comprend deux chapitres qui concernent, l'un, les services hospitaliers, l'autre, les secours à domicile; les Bureaux de bienfaisance n'ont rien à voir dans le premier, mais la loi veut qu'ils soient consultés, non pas sur l'établissement du second, mais sur la répartition à faire entre chacun d'eux des allocations qu'il contient à leur crédit (2). A cet effet, chaque Bureau nomme un délégué, et comme il y a un Bureau par arrondissement, il est ainsi formé une Commission de 20 membres qui délibère sur les propositions de répartition.

(1) Enquête officielle sur les bureaux de bienfaisance, p. 787.
(2) Art. 147 du Règlement du 26 mars 1860.

Les crédits se classent en quatre catégories : 1° ceux dont la nature même détermine l'emploi, et dont la répartition proposée par l'administration ne peut être modifiée par la commission des délégués; tels sont les dons et legs avec ou sans destination spéciale, les secours aux vieillards, les primes de vaccination ; 2° ceux qui se répartissent au prorata de la population indigente, comme la subvention en pain et en combustible ; 3° les subventions pour le traitement et les accouchements à domicile, dont la répartition se fait d'après le nombre des malades traités et des femmes accouchées pendant la dernière période triennale ; 4° la subvention destinée à rétablir, au profit des arrondissements nécessiteux, une certaine moyenne de recettes (1). Qu'a donc à faire la Commission des délégués, puisqu'elle n'est pas consultée sur la quotité des allocations fournies aux Bureaux? Rien autre chose qu'à vérifier des calculs et des chiffres ; mais cette modeste mission l'a insensiblement amenée à constater l'insuffisance de certaines allocations, et à formuler des vœux pour leur augmentation; bien que l'administration ne les ait point toujours vus avec faveur, nous devons rechercher s'ils ont quelque raison d'être.

La Commission des délégués a particulièrement insisté sur la nécessité d'augmenter les subventions dites *ordinaire* et *extraordinaire :* Ceci nécessite quelques mots d'explication sur chacune d'elles.

La subvention ordinaire, qui se divise entre les vingt Bureaux au prorata de la population indigente inscrite sur les contrôles, est actuellement de 300,000 francs alors qu'en 1865, elle atteignait le chiffre de 500,000 francs. Cette diminution peut étonner si l'on pense que le prix des objets de consommation s'élève dans une large mesure, et qu'il existe un grand malaise dans le monde industriel et commercial. Elle s'explique cependant ; la subvention ordinaire a été créée pour couvrir les frais généraux du service des secours à domicile, c'est-à-dire ceux du personnel, des maisons de secours et des secrétariats ; or, les comptes ont établi que les Bureaux, après avoir couvert ces dépenses, bénéficiaient, sur les 500,000 francs, d'un reliquat de 244,306 francs qu'ils distribuaient en secours d'argent aux indigents ; il n'était pas de bonne administration de laisser ainsi au compte des frais généraux une somme qui en sortait au moyen d'un virement ; l'Assistance publique le comprit et fit diminuer la subvention de 200,000 francs, en prenant à sa charge les frais du personnel, qu'elle avait d'ailleurs l'intention de rétribuer plus largement (2). Mais le prix des choses a tellement changé depuis cette époque qu'il s'en est fallu en 1873 de 68,620 francs; en 1874, de

(1) Extrait d'un rapport présenté par M. le directeur de l'administration de l'Assistance publique, à la commission des délégués, pour l'exercice 1876.

(2) Les employés des bureaux recevaient, en 1865, 83,000 francs; depuis que l'Administration est chargée de les payer, leur traitement pèse au budget pour une somme de 378,200 francs.

69,159 francs; en 1875, de 67,926 francs, que la subvention ordinaire puisse suffire aux frais généraux, de sorte que les Bureaux, pour assurer leur fonctionnement, sont dans l'obligation de prendre sur leurs autres ressources, déjà trop faibles.

Ce fait, si regrettable, est encore aggravé par la pénurie de certains d'entre eux; on sait que les familles favorisées par la fortune ont toujours affectionné certains quartiers où des habitations aménagées avec luxe ont été construites pour les recevoir; au siècle dernier, c'étaient la place Royale et le Marais, plus récemment, le faubourg Saint-Germain, qui peu à peu le cède en splendeur au faubourg Saint-Honoré; or, les Bureaux des arrondissements qui correspondent aux parties de Paris ainsi habitées, reçoivent des dons riches et nombreux, et comme le haut prix des loyers empêche les pauvres de s'y loger, les inscriptions sur les contrôles de ces Bureaux sont en petite quantité; ils sont donc doublement favorisés, d'une part, par l'abondance des recettes, d'autre part, par la modération relative des charges. Les arrondissements excentriques sont dans une situation absolument opposée; les familles indigentes vont y chercher des logements à bas prix, elles s'y accumulent, et le Bureau chargé de leur porter secours ne peut recueillir que des ressources insignifiantes, parce qu'il n'y a pas dans sa circonscription de familles assez riches pour lui donner (1). Ainsi, en 1876, le XI^e arrondissement pouvait distribuer 143 francs par ménage, et, en 1877, 139 fr. 06 c. tandis que le XIV^e arrondissement n'avait de disponible que 20 fr. 56 c., en 1876; de 19 fr. 25 c., en 1877. Une si grande différence, pour les quartiers d'une même ville, dans la puissance de l'Assistance publique, ne pouvait subsister, et on y a remédié dans une large mesure, par la création de la *subvention extraordinaire*, dont les arrondissements pauvres peuvent seuls recevoir une portion.

Le système institué pour la répartition de ce subside est très-propre à conduire au but poursuivi : on calcule la moyenne des secours disponibles dans les vingt arrondissements pris en bloc; on la calcule également pour chacun des arrondissements pris à part, et on attribue à ceux qui se trouvent au-dessous de la moyenne générale, une quotité de la subvention extraordinaire proportionnée à leur infériorité. Ainsi, en 1877, la moyenne normale par ménage, défalcation faite des dépenses obligatoires (secrétariats, maisons de secours, traitement à domicile), s'est trouvée de 39 fr. 84 c.; dix arrondissements n'atteignaient pas ce chiffre; les 500,000 francs de la subvention extraordinaire ont pu relever la moyenne de leurs ressources disponibles par ménage à

(1) Chaque année un des bureaux correspondant aux arrondissements pauvres est autorisé à quêter dans tout Paris; cette excellente mesure, qui produit ses fruits tous les onze ans pour chacun d'eux, les soulage un peu.

41 fr. 90 c., tandis que cette allocation même portait la moyenne générale à 51 fr. 22 c. En résumé, pour l'exercice susdit, le IX^e^ arrondissement, le plus riche, disposa en moyenne pour chaque famille de 139 fr. 05 c., tandis que les dix plus pauvres, les V^e^, XI^e^, XII^e^, XIII^e^, XIV^e^, XV^e^, XVII^e^, XVIII^e^, XIX^e^ et XX^e^, ne disposèrent que de 41 fr. 90 c. par ménage.

Ainsi donc Paris, la ville riche, la ville généreuse entre toutes, ne dispose que de 50 francs environ par chaque famille pauvre qu'elle contient! C'est dire que les Bureaux de bienfaisance de Paris, ne sont pas dans un état en rapport avec les besoins d'une ville industrielle et populeuse, qui souffre plus que toute autre de toutes les agitations et de toutes les crises (1). Il serait peut-être difficile de découvrir les causes véritables de cette insuffisance; mais on a prétendu qu'elle provenait en partie de l'organisation même des secours publics à Paris, et il entre dans le cadre de ce travail d'examiner ce qu'il peut y avoir de vrai dans cette proposition.

On dit que l'administration générale de l'Assistance publique se souvient un peu trop de sa première manière d'être, et qu'elle sacrifie le service des secours à domicile, qui lui a été confié par la loi de 1849, à celui dont elle est chargée depuis plus longtemps, au service des hospices et hôpitaux; les Bureaux de bienfaisance, réclament d'une voix pressante des augmentations de crédit et, il faut bien le dire, leurs observations présentées tous les ans suivant les règles de la hiérarchie administrative par le rapporteur de la Commission, des délégués, sont restées à peu près sans réponse. Le dissentiment entre l'administration et les Bureaux s'est accentué à un tel point que la première a cru devoir interdire les séances permanentes de la Commission des délégués, qui s'était donné pour mission d'étudier les améliorations à introduire dans le service des secours à domicile, afin de les proposer à qui de droit.

Il faut cependant convenir que les reproches faits à l'administration générale de l'Assistance publique, ont bien quelque fondement; je n'en veux d'autre preuve que les paroles suivantes émanées d'elle : « Le » défaut de ressources ne permet malheureusement pas à l'Administra- » tion de faire tout ce qu'elle désirerait elle-même, et elle est, par » suite, obligée de classer les trois ordres d'infortunes qu'elle a mission » de secourir de la manière ci-après : en premier lieu, les malades, à » qui l'assistance ne saurait être refusée; en deuxième lieu, les vieillards » et les infirmes jusqu'à concurrence des lits disponibles; en troisième

(1) Il convient de remarquer que des améliorations sensibles ont déjà été obtenues : les calculs faits pour l'exercice 1875 accusent au profit de l'exercice 1876, une augmentation de 2 fr. 84 c. pour la moyenne atteinte par les bureaux pauvres, et au profit de 1877, 0 fr. 52 c. de plus qu'en 1876.

» lieu, les indigents à domicile auxquels elle vient en aide, concurremment avec la charité privée (1). »

Ainsi, voilà qui est bien clair : l'administration consent à secourir efficacement les malades, les vieillards et les infirmes, c'est là le but de son service hospitalier; mais elle ne veut s'occuper des secours à domicile qu'après avoir assuré le fonctionnement du premier; elle s'en remet d'ailleurs à la charité privée. On ne saurait approuver cet arrangement; la charité privée est aveugle, partiale, irrégulière ; le résultat trompe souvent ses bonnes intentions, parce qu'elle n'agit généralement pas avec discernement, et c'est précisément parce qu'on a reconnu tout cela qu'on a institué un service public de bienfaisance. Il est donc au moins étrange que l'Administration invoque l'aide de la charité privée; elle doit l'absorber, la diriger. D'ailleurs, voici la réponse qui s'impose à la classification des infortunes à soulager introduite par l'administration : vous donnez des secours insuffisants, dérisoires, aux familles indigentes, vous les laissez souffrir les plus cruelles privations; il en résulte que les tempéraments s'affaiblissent; que les enfants naissent dans de fâcheuses conditions, et que les nourrissons sont mal soignés : la race dégénère, le rachitisme et la phthisie font d'innombrables victimes, et vous offrez de soigner dans de beaux hôpitaux organisés avec luxe les victimes d'une misère que vous n'avez pas secourue! Ne vaudrait-il pas cent fois mieux assister sérieusement les indigents inscrits, puisqu'on crée pour cela des services publics; ne vaudrait-il pas mieux donner aux jeunes mères la possibilité de prendre le repos nécessaire, améliorer l'alimentation et les conditions d'hygiène dans lesquelles s'élèvent les jeunes enfants, en un mot, attaquer dans leurs germes la faiblesse des constitutions et les maladies qui alimentent la misère; tout cela avant d'offrir à ces maladies arrivées à l'état aigu, le secours de soins médicaux et pharmaceutiques bien entendus?

Je ne voudrais pas me faire l'écho d'accusations passionnées et mensongères ; mais il ne saurait déplaire à l'Administration qu'on lui dise les réflexions suggérées au public par sa préférence avouée pour ses services hospitaliers : on dit que cette préférence a été inspirée par le goût des habitants de Paris pour tout ce qui fait étalage de leur libéralité et de leur dévouement. Le service des hospices et hôpitaux a construit d'immenses et magnifiques bâtiments; on les montre avec orgueil aux étrangers, tout le monde en parle, et ne tarit pas d'éloges sur ce qu'on appelle à bon droit une des splendeurs de la capitale. Au contraire, le service des secours à domicile agit dans l'ombre; il dissimule des

(1) Note mise par l'Administration à la page 33 du rapport présenté pour l'exercice 1876 au nom de la commission des délégués par M. Gille, administrateur du bureau du XIVe arrondissement.

souffrances qui font peine à voir et que personne ne cherche à constater; il ne laisse d'autre satisfaction à ceux qui en sont chargés que celle du bien accompli. De sorte que l'Administration, sûre d'être appuyée par l'opinion publique toutes les fois qu'elle fait preuve de sa puissance et de sa richesse, préfère provoquer la louange et suivre une voie où elle est plus fêtée, plus honorée, que remplir une mission plus utile, mais plus obscure, qui ne lui aurait pas attiré d'hommages.

Il paraît cependant difficile de croire qu'un grand service public préposé à une mission aussi importante que celle dont s'agit, se laisse guider par des motifs aussi indignes de lui que ceux qu'on lui prête; mais il importe que l'Assistance publique réduise à néant toutes les accusations en les rendant invraisemblables, et il est un point où elle a, pour arriver à ce résultat, une grosse réforme à faire : c'est celui qui touche au traitement à domicile.

Cette excellente institution, qui a produit d'heureux résultats, n'est pas autre chose qu'une forme spéciale de secours à domicile; il n'y a donc rien d'extraordinaire à ce qu'on ait placé ce qui la concerne dans le service qui porte ce nom. Mais, lorsqu'on l'a créée, fallait-il encore accorder aux Bureaux des crédits en rapport avec la nouvelle charge qui allait leur incomber! c'est ce qui n'a pas été fait; on leur a alloué 390,000 francs pour l'exercice 1876, et, dans le budget afférent à la même année, l'Administration a mis au nombre des dépenses obligatoires des Bureaux, pour le traitement à domicile, une somme de 467,256 francs, ce qui accuse un déficit de 77,256 francs. Or, en fait, ce déficit a été encore plus considérable, les bureaux ayant été obligés, pour assurer le service, de prélever sur leurs ressources intérieures une somme totale de 498,124 francs (1), de sorte que le service du traitement à domicile a pesé, sur leurs caisses, jusqu'à concurrence de 108,124 francs.

Mais ce n'est pas tout! Le 11 décembre 1875, le Conseil municipal de Paris émet le vœu que l'Assistance publique étudie les moyens de secourir plus complétement que par le passé les phthisiques indigents. Assurément, on ne peut prétendre que les hôpitaux puissent conserver dans leurs salles les phthisiques lorsque la maladie n'a point un caractère aigu, mais peut-être pourrait-on leur faire une certaine place dans les hospices; toutefois l'Administration s'est refusée à rien étudier dans ce sens, et dans une circulaire en date du 4 février 1876, adressée aux maires de Paris, le Directeur de l'Assistance publique a déclaré « qu'il » appartenait aux Bureaux de bienfaisance de se montrer peut-être plus

(1) Rapport de la sous-commission des délégués pour l'exercice 1877, p. 35.

» larges dans les allocations attribuées à ces pauvres malades » et que l'Administration comptait sur leur bienveillance pour donner satisfaction, dans la mesure du possible, au vœu émis par le Conseil municipal. Nous savons dans quelle situation précaire se trouvent les Bureaux; ils durent répondre que le manque de ressources les mettait dans l'impossibilité absolue de faire quoi que ce fût sans l'allocation d'un secours spécial.

On le voit, sur chaque question qui se présente, le service hospitalier tend à charger le service des secours à domicile, tandis que, d'autre part, l'Administration déclare ne vouloir subventionner ce dernier que lorsque le fonctionnement du premier est assuré. Telle est, sans doute, la cause, sinon unique, du moins principale de l'état précaire dans lequel se trouvent les Bureaux de bienfaisance de Paris.

Comment remédier à cette triste position? On a proposé deux partis extrêmes: 1° de supprimer les Bureaux; 2° d'abroger la loi de 1849 qui les a subordonnés à l'Administration. Ni l'une ni l'autre de ces mesures ne me paraît contenir la solution.

Pourquoi, d'abord, supprimer les Bureaux? Pour les remplacer par des employés salariés chargés de distribuer les secours au nom de l'Administration? Cette réforme n'amènerait pas de bons résultats; les employés seraient intègres et zélés, personne n'en veut douter; mais ils ne sauraient remplacer avantageusement les Administrateurs. Ceux-ci remplissent de bonne volonté, et dans un sentiment de bienfaisance, un mandat gratuit; ils inspirent une confiance qui encourage les donateurs dont la libéralité alimente la caisse de l'institution, tandis que les préventions populaires distingueraient mal les quêteurs de l'Administration des préposés aux opérations du fisc; on donnerait moins, les pauvres en souffriraient. Et d'ailleurs, comme l'a excellemment écrit un homme fort éclairé en matière de bienfaisance, M. Ducholet : « Si le législateur » de l'an V, en créant les Bureaux de bienfaisance et nommant les » administrateurs, n'avait fait de ceux-ci que des distributeurs de » secours matériels, leur tâche serait très-facile et peu méritoire, et » quelques modestes employés suffiraient à la besogne de compter au » commencement de chaque mois les bouches d'un ménage et de peser » quelques kilos de pain. Mais sa pensée avait un autre objectif non » moins élevé que le premier, et il croyait que l'aumône pourrait être » un moyen de moralisation pour ceux qui la reçoivent. C'est, inspirés » par l'esprit même de la loi, que les Administrateurs, tous les jours en » présence de douleurs plus cuisantes peut-être que celles de la faim » et du froid, sentent la sphère de leurs attributions s'agrandir et com- » prennent qu'il faut mesurer la misère, non pas seulement par les pri- » vations physiques, mais souvent aussi par les besoins intellectuels et

» les souffrances morales (1). » Des employés, des commis ne sont pas propres à remplir une telle mission, où la sensibilité, l'amour du prochain et une connaissance approfondie des hommes et des choses, sont aussi nécessaires que l'exactitude, l'ordre, le zèle, l'amour du travail et la probité qui sont les qualités qui les distinguent le plus spécialement.

Mais il faut convenir aussi que ces fonctionnaires peuvent rendre de grands services dans la partie administrative des secours publics. Ils sont très utiles pour la tenue des comptes, des contrôles, tandis que les particuliers qui remplissent les fonctions d'administrateur n'ont ni le temps, ni la volonté, ni parfois la capacité nécessaires pour maintenir l'ordre qui convient dans toutes choses. Il est donc utile d'avoir des employés dans chaque Bureau de bienfaisance ; mais il y a plus : les employés doivent être dirigés, et les maires, avec leurs occupations multiples, ne pouvant accorder à cette direction assez de temps et d'attention, il était bien de la remettre à une autorité déjà occupée d'un service analogue, à l'administration des hospices et hôpitaux. Cette considération justifie complétement la loi de 1849 ; s'il était nécessaire, son caractère d'utilité ressortirait plus évidemment encore de la différence qui existe entre les divers bureaux de bienfaisance de Paris, au sujet de leurs charges et de leurs recettes ; il faut un bureau central chargé de recueillir et de centraliser les renseignements et les fonds, et l'administration générale de l'Assistance publique est particulièrement propre à cette mission.

On voit que la situation des Bureaux de bienfaisance ne serait pas améliorée par la suppression de l'administration centrale et que le service des secours à domicile n'aurait rien à gagner à la suppression des bureaux. Ceci établi, il est facile de conclure. Il faut remarquer que la pénurie des Bureaux de bienfaisance provient principalement de deux causes : la première, c'est que leurs anciens revenus sont tombés dans la caisse de l'administration sans conserver leur affectation, de sorte que l'autorité a pu les détourner de leur destination primitive pour en faire profiter le service des hôpitaux, si magnifiquement organisé ; la seconde, c'est la création du service du traitement à domicile, qui est venu grever les bureaux de bienfaisance, sans que leurs ressources aient été augmentées en proportion de cette nouvelle charge. Mais il suffit d'examiner attentivement la loi de 1849, pour se convaincre qu'elle n'avait point en vue un changement d'affectation des ressources des bureaux, et on peut dire de notre sujet comme de tant d'autres : ce n'est pas la loi qui est mauvaise, mais son application qui est défectueuse.

(1) Compte moral et administratif de l'exercice de 1874 du bureau de bienfaisance du IVe arrondissement, p. 13.

En résumé, il est désirable de voir l'Administration se préoccuper davantage de l'état précaire des Bureaux, et leur allouer ou leur obtenir les crédits nécessaires. Un Conseil de surveillance a été placé près d'elle par les art. 1 et 5 de la loi du 10 janvier 1849 et par l'arrêté du 24 avril de la même année; c'est à lui qu'il appartient de l'engager dans cette voie. Il est composé de 20 membres, dont deux Administrateurs des bureaux; peut-être, en raison de la situation actuelle des choses, serait-il bon d'appeler au Conseil de surveillance un plus grand nombre de ces derniers; ils insisteraient efficacement sur la nécessité de prendre des mesures pour mettre fin à la dangereuse impuissance du système d'assistance de la ville de Paris.

Quoi qu'il en soit, il est bon de faire appel à l'opinion des hommes de science et de bonne volonté; tel est le but de la communication que j'ai l'honneur de faire au congrès.

DISCUSSION

M. Bouvet demande quelle est la proportion de la population indigente à Paris.

M. Berge. — Je n'ai pas les chiffres entre les mains; toutefois je puis dire que cette proportion n'est pas unique pour tout Paris, et varie dans une large mesure, suivant les quartiers. Paris n'est pas une commune unique, mais une agglomération de vingt communes; dans chacune d'elles il y a un Bureau de bienfaisance qui a une liste d'inscription spéciale. Or les Bureaux qui comprennent dans leur circonscription des quartiers riches n'inscrivent qu'une très-faible proportion d'indigents relativement à leur population; au contraire, les Bureaux qui correspondent aux quartiers pauvres inscrivent un chiffre d'indigents proportionnellement très-élevé (1). C'est précisément cette circonstance qui engendre les différences considérables qui existent, au point de vue pécuniaire, entre les divers quartiers de Paris. D'ailleurs il ne faut pas perdre de vue que les chiffres fournis par les statistiques indiquent la proportion des indigents inscrits sur les contrôles et non pas la proportion réelle, qui doit différer un peu, si l'on en juge par les difficultés d'opérer les radiations. Les enquêtes sont souvent impuissantes à révéler les faits, et il m'a été donné dernièrement de voir un indigent qui venait d'hériter de 30,000 francs nier le fait pour rester inscrit, et l'administration fort embarrassée pour en apporter la preuve.

M. Loyson demande s'il existe des contrôles de la demeure et de la situation des familles d'indigents inscrites.

M. Berge répond que ces contrôles sont nombreux et s'exercent sans relâche.

L'administration de l'Assistance publique, d'abord, charge certains employés, appelés *visiteurs*, de faire toutes les enquêtes dont le besoin se fait sentir journellement pour des cas particuliers, et les tournées prescrites par les instruc-

(1) Les chiffres suivants résultent du recensement de 1871. Le bureau de bienfaisance du IXe n'inscrit qu'un indigent sur 43,35 habitants, et celui du XIIIe un indigent sur 6,05 habitants. Tels sont les chiffres extrêmes. La proportion moyenne, pour Paris, est de 1 sur 15,99.

tions et règlements. Ces employés reçoivent une petite prime pour chacune des radiations opérées grâce à leurs renseignements. Ce système rend des services et mérite d'être approuvé. Toutefois, il se produit souvent des erreurs dans son fonctionnement. Elles proviennent de ce que beaucoup d'indigents sont connus chez eux sous des surnoms ou demeurent chez leurs enfants ; les visiteurs, qui opèrent avec des fiches dressées d'après les actes de l'état civil, ne trouvent pas toujours l'indigent cherché à l'adresse indiquée, et on peut leur reprocher de ne pas approfondir assez, et de proposer des radiations qui ne doivent pas être faites. Mais, dans ce cas, le contrôle du personnel des Bureaux s'exerce de la manière la plus utile : chaque arrondissement est fractionné en douze divisions à la tête de chacune desquelles se trouve un administrateur ; au-dessous de lui il y a trois commissaires qui sont chargés d'un tiers de la division, soit de 1/36e de l'arrondissement. Ces fonctionnaires connaissent personnellement les indigents confiés à leurs soins et les surveillent sans relâche.

M. Loyson. — Se sert-on des communautés religieuses dans ces visites et ces contrôles?

M. Berge. — Les communautés religieuses ne participent en aucune façon à l'œuvre administrative des Bureaux. On a recours à elles pour le service des établissements dits *maisons de secours* et pour la distribution des médicaments, mais elles ne sont chargées d'aucune visite, d'aucun contrôle, d'aucune distribution de pain, d'effets ou d'argent. D'ailleurs, à Paris, les associations charitables religieuses opèrent complètement en dehors des Bureaux, et réciproquement.

M. Loyson demande si, dans le cas où un ouvrier momentanément sans ouvrage et dans la misère serait inscrit par un Bureau de bienfaisance qui connaîtrait cette situation, et voudrait y porter remède, il est possible de retirer l'inscription et les secours, bien que l'ouvrier veuille rester inscrit.

M. Berge répond que jamais un Bureau de bienfaisance de Paris, que jamais un Administrateur ne proposent à un pauvre de l'inscrire d'office ; on attend les demandes et on ne les provoque pas. De sorte que la situation indiquée par M. Loyson ne peut se présenter : les Bureaux ne donnent pas à des individus qui n'ont pas l'idée de les rechercher, des secours que ceux qui en profitent ne veulent plus abandonner ensuite.

Mais d'une façon générale on peut dire que les radiations sont très-difficiles à opérer et qu'elles proviennent bien rarement de l'initiative de l'inscrit, qui, au contraire, s'y oppose de toutes ses forces.

M. Loyson demande à M. Berge s'il pense que les Work-houses de Londres pourraient produire à Paris de bons résultats.

M. Berge dit que la question est trop importante pour être traitée en quelques mots et d'une manière incidente. Toutefois, on peut croire que l'établissement de ces institutions ne pourrait rendre des services que si on remaniait tout notre système des secours publics. D'ailleurs, les pauvres de Paris, qui ne reçoivent des Bureaux que des secours insuffisants, travaillent tous, plus ou moins, et se procurent ainsi des ressources qu'il est quelquefois difficile d'apprécier, mais qui ont bien leur importance ; ce travail est meilleur que celui qui est imposé et réglé officiellement.

M. Bouvet demande à quel chiffre atteint le budget des secours à domicile à Paris.

M. Berge. — En 1877, le chiffre du budget des dépenses était cinq millions trente-cinq mille francs. Les recettes, montant au même chiffre, proviennent principalement des subventions de la ville de Paris, des dons et legs avec ou sans destination spéciale, des bonis de l'Administration du Mont-de-Piété, des revenus des biens de l'Assistance publique.

M. Vial demande si on considère que les ressources des Bureaux de bienfaisance de Paris soient suffisantes pour parer aux besoins des pauvres.

M. Berge dit que ces secours portent remède à de grandes misères et font beaucoup de bien, mais que sans la charité privée et le travail des indigents, ils seraient impuissants à les empêcher de mourir de faim.

M. Frédéric Passy n'hésite pas à reconnaître que la communication de M. Berge atteste, de la part de ce dernier, une connaissance sérieuse de son sujet et particulièrement du mécanisme des Bureaux de bienfaisance ; mais il doit aussi déclarer qu'il n'adopte, en aucune façon, toutes les conclusions de l'auteur. Ainsi, M. Berge a déclaré qu'il était désirable que les Bureaux de bienfaisance fussent à même de venir toujours au secours de toutes les misères qui ne sont pas le dénuement absolu ; or, cette conclusion est fort dangereuse. Il faut éviter la création d'un budget à dépenser en totalité, car ce serait créer le droit à l'assistance. De plus, M. Passy reproche à l'auteur d'avoir beaucoup trop loué la charité officielle ; la vraie charité, c'est la charité individuelle, qui est plus éclairée et plus efficace. Enfin, M. Passy ne saurait partager les reproches que M. Berge adresse à l'administration de l'Assistance publique pour la préférence qu'elle semble accorder aux malades, car ces derniers sont des gens qui ont réellement besoin d'être aidés, pour lesquels la nécessité du secours se voit mieux. La misère peut être simulée, la maladie ne le peut pas (1).

M. Joseph LEFORT

Avocat à la Cour d'appel, Lauréat de l'Institut et de l'Académie de médecine.

ÉTUDE STATISTIQUE SUR LA CRIMINALITÉ EN FRANCE.

— *Séance du 24 août 1878.* —

Lorsque l'on dresse la statistique de la criminalité en France on se borne le plus souvent à fournir des chiffres sur les différents genres d'infractions, sur le nombre des accusations et des prévenus. Si importantes que soient ces indications, elles ne sauraient cependant suffire, car

(1) Voir à ce sujet le rapport fait à l'Académie des sciences morales et politiques par M. Passy sur le prix de M. de Morogues, dans la séance du 27 juillet 1878.

elles n'offrent aucun enseignement soit sur l'état moral de notre pays, soit sur les améliorations qui peuvent se produire au point de vue de la criminalité; il y a donc lieu de compléter ces données par des renseignements statistiques sur les causes qui président à l'accomplissement des délits ainsi que sur les circonstances dans lesquelles interviennent ces derniers. C'est cette étude que nous voudrions aborder aujourd'hui (1).

Parmi les causes qui exercent une influence, les unes sont physiques, les autres sont physiologiques, d'autres enfin sont sociales et tiennent aux relations des hommes entre eux.

Pour les premières nous trouvons d'abord la température. Tous les statisticiens comme tous les criminalistes ont remarqué qu'à certains moments de l'année il se commettait plus de délits et aussi que l'on constatait plus d'infractions d'une nature particulière. Nul n'ignore, par exemple, qu'au printemps et durant l'été les attentats aux mœurs sont très-nombreux et qu'en hiver les délits les plus fréquents sont ceux qui concernent les propriétés, ceux que facilitent la longueur des nuits et l'obscurité des jours, les vols avec violences, les vols dans les maisons habitées, le recel des objets volés, etc.

Au surplus il est facile, en prenant pour point de départ les recherches de M. Guerry (*Statistique morale comparée de l'Angleterre et de la France*) et d'autres travaux analogues, de suivre mois par mois le mouvement de la criminalité. Les infractions qui dominent en *janvier* sont les vols, surtout dans les lieux habités et les églises, la fausse monnaie; en *février*, la suppression de part et l'infanticide; en *mars*, ce dernier crime, le viol avec des violences; en *avril*, la supposition et la suppression de part, l'enlèvement ou le détournement de mineures; les menaces par écrit et sous condition; en *mai*, le vagabondage, la mendicité, les viols et attentats à la pudeur, les empoisonnements; en *juin*, les viols et attentats à la pudeur sur des adultes et sur des enfants, le parricide, l'avortement; en *juillet*, les viols sur des enfants, les enlèvements et détournements de mineures, les attentats à la pudeur, les blessures aux ascendants; en *août*, l'incendie d'édifices non habités, de meules, de granges, etc., le faux témoignage, la subornation de témoins; en *septembre*, la concussion et la corruption, les vols et abus de confiance, les incendies de granges et de meules; en *octobre*, les assassinats, les parricides, les vols sur les chemins publics; en *novembre* et *décembre*, les mêmes crimes auxquels s'ajoutent les faux et les faux témoignages.

(1) Voir ce que nous avons dit à ce propos dans notre *Cours de Droit criminel*. (Paris, Thorin, 2e édition 1879), p. 49.

Nous ne voulons pas rechercher ici si le climat exerce une action; cette étude nous entraînerait trop loin; toutefois il nous est impossible de ne pas remarquer que les départements ou l'on constate le moins de crimes sont tous de la région du midi : Basses-Pyrénées, Savoie, Lot, Corrèze, Hautes-Alpes et Aude (en 1872); Tarn, Basses-Alpes, Hautes-Alpes, Pyrénées-Orientales (en 1873); Lot, Lozère, Hautes-Pyrénées, Hautes-Alpes, Aude, Basses-Alpes (en 1874) ; Gers, Lot, Tarn, Tarn-et-Garonne, Ariége (1876).

Le sexe n'est pas sans exercer une influence : outre que les femmes commettent moins de crimes puisque pour 1,000 individus accusés on ne trouve, en moyenne que 160 à 180 femmes (1), il est à noter que certains crimes semblent être l'apanage d'un sexe. Ainsi les femmes se rendent surtout coupables des infractions dont l'exécution ne réclame pas une grande vigueur (c'est-à-dire des crimes où la fausseté, la duplicité et l'astuce jouent le principal rôle, les empoisonnements, par exemple) M. Guerry a constaté qu'en général sur 100 crimes contre les personnes 86 avaient pour auteur un homme et 14 une femme et que pour 100 attentats contre les propriétés 79 étaient le fait des hommes et 21 celui des femmes (2).

L'âge est une donnée que l'on ne saurait négliger. La statistique révèle que la majeure partie des crimes est perpétrée par des jeunes gens plutôt que par des enfants et des personnes d'un âge mûr (3)

Sur 1,000 accusés les jeunes gens de 21 à 40 ans étaient en moyenne au nombre de 624 en 1826-50 ; 556 en 1851-60 ; 545 en 1861-65 ; 540 en 1866-69; 544 en 1870-74. Aux mêmes dates l'on avait les chiffres suivants : *accusés mineurs de 21 ans :* 132; 155 ; 146; 170; 179. — *Accusés de 40 à 60 ans :* 210; 248; 251; 230; 229. — *Accusés de plus de 60 ans :* 34; 41; 58; 60; 48. Au 31 décembre 1874 les condamnés détenus dans les établissements pénitentiaires offraient au point de vue de l'âge ce résultat : 1,935 de 16 à 20 ans — 8,178 de 21 à 30 — 5,503 de 31 à 40 — 3,639 de 41 à 50 — 1902 de 51 à 60 — 901 au-dessus de 60 ans. Il est à noter que pour les infractions commises par les mineurs de 21 ans le plus grand nombre est le fait d'enfants de 12 à 16 ans. Sur 9,553 jeunes détenus 37 seulement avaient moins de 8 ans; 365 de 9 à 10 ; 1,016 de 10 à 12 ; 5,252 de 12 à 16; 2,178 de 16 à 18 ; 694 de 18 à 20 et 11 avaient plus de 20 ans.

(1) 1826-50, 170 femmes — 1851-60, 180 — 1861-65, 165 — 1866-69, 160 — 1868 : femmes 17 0/0, hommes 83 0/0 — 1873 16 0/0 et 84 0/0 — 1874 16 0/0 et 84 0/0 — 1875 16 0/0 et 84 0/0 — 1876 17 0/0 et 83 0/0.

(2) En 1875 les femmes qui ne figuraient au nombre des accusés de crime contre les propriétés que pour 14 0/0 ont donné une proportion de 19 0/0 sur le total des accusés de crimes contre les personnes, parce que ces dernières infractions comprennent les infanticides et les avortements presque toujours imputés à des femmes.

(3) Pour 100 on a compté de 1872 à 1876 87 accusés de moins de 21 ans; 273 de 21 à 40 ans; 114 de 40 à 60 ans ; 26 de plus de 60 ans.

Chaque âge a, pour ainsi dire, ses délits propres. Jusqu'à 16 ans l'association de malfaiteurs, l'incendie d'édifices habités ou non habités, les vols, etc. représentent la moitié des crimes perpétrés tandis que de 21 à 30 ans les premiers rangs dans les statistiques sont pris par les attentats à la pudeur, les enlèvements de mineures, la substitution et la suppression de part, le braconnage, les vols, les violences contre les agents de la force publique (1). Les femmes de 25 à 30 ans sont surtout accusées d'infanticides. A partir de 50 ans les hommes commettent moins de vols, d'attentats contre la sureté de l'Etat et d'assassinats; ces crimes son remplacés par ceux qui exigent une moins grande force : les faux, les détournements de deniers publics, les empoisonnements et principalement les attentats sur les enfants.

Si les célibataires ne forment pas chez nous la moitié de la population ils fournissent plus de la moitié des soldats à l'armée du crime. Des chiffres empruntés à quatre exercices différents le montrent bien : en 1847 on comptait 53, 6 0/0 accusés célibataires et ce nombre atteignait 54, 7 0/0 en 1864, 54 0/0 en 1874 et 55 0/0 en 1875 et 1876. En 1874 les accusés mariés avec enfants fournissaient une proportion de 20 0/0 ; ceux qui étaient mariés mais sans enfants n'offraient qu'un nombre de 9 0/0; les veufs avec enfants et les veufs sans enfants étaient dans le rapport de 6 0/0 et de 2 0/0.

L'on est donc en droit de conclure que la vie en famille est une sauvegarde excellente et que l'isolement est presque toujours fatal. Ce qui le prouve bien c'est que l'illégitimité de la naissance, qui entraîne l'abandon, concorde très-souvent avec la condamnation. Ainsi sur 8,006 jeunes détenus au 31 décembre 1864, 60 0/0 étaient des enfants naturels, des orphelins de père et de mère, ou d'un seul de leurs parents, ou avaient été abandonnés. De plus 3,165, 38,5 0/0 (comprenant, il est vrai, une partie des enfants naturels, des orphelins et des abandonnés) étaient nés de vagabonds, de repris de justice ou de prostituées. Le 31 décembre 1874, nos établissements pénitentiaires possédaient 9,553 jeunes détenus, dont 1,455 enfants naturels; 3,474 orphelins soit de leur père et de leur mère, soit d'un seul de leurs parents. Ajoutons que 1,342 étaient fils de mendiants, vagabonds, prostituées, c'est-à-dire de gens incapables d'exercer une surveillance et que 1,061 appartenaient à des parents inconnus, disparus et décédés. Il est à remarquer également, qu'à la même date la population pénitentiaire comprenait 1,559 enfants appartenant à des repris de justice (2).

Si nous considérons les localités où les délits sont perpétrés, nous remarquons que pour les habitants des villes l'on trouve une proportion

(1) En 1875 pour 18520 détenus, 661 qualifiés d'*insurgés* avaient de 31 à 40 ans et 630 de 21 à 30 ans
(2) Voir ce qu'a écrit sur ce point Brace : *The Dangerous Classes of New-York.*

plus élevée de crimes. C'est qu'en effet les villes offrent plus de facilités pour l'accomplissement des méfaits, ainsi que pour la dissimulation, en même temps qu'elles renferment plus d'oisifs, de vagabonds et de gens sans aveu. Sur 1,000 accusés, en moyenne 570 en 1826-50, 558 en 1851-60, 540 en 1861-65, 490 en 1866-69; 480 en 1873 et 1874 habitaient les villes, tandis qu'aux mêmes dates les accusés campagnards étaient dans ces proportions : 338; 390; 409; 440; 520. Comparé à celui de la population, le chiffre des accusés, envisagé au point de vue du domicile, est de 22 pour 100,000 habitants des villes et de 10 pour 100,000 habitants des campagnes. Cependant il ne faut pas se hâter de conclure à l'avantage des campagnes. C'est ce que fait bien voir le tableau suivant emprunté à une étude de M. Boiteau et qui résume pour les principaux crimes les rapports proportionnels de la part prise dans un nombre déterminé de ces crimes (1 millier, par exemple), par les habitants des villes et ceux des campagnes :

	Hab. de la camp.	Hab. des villes.
Faux témoignage et subornation	871	129
Parricide	818	182
Empoisonnement	798	197
Infanticide	795	199
Meurtre	755	213
— involontaire	»	250
Viols et attentats à la pudeur sur des adultes	740	245
Coups et blessures envers des ascendants	738	274
Assassinat	721	265
Rébellion et violences envers des fonctionnaires	703	282
Coups et blessures graves	677	343
Viols et attentats à la pudeur sur des enfants	649	391 (1).

Généralement les six dixièmes des accusés appartiennent par leur naissance au département dans lequel ils ont été jugés, alors qu'un quart ne lui tient que par le domicile et que le reste lui est complètement étranger. Ainsi, notamment, la proportion des accusés nés et domiciliés dans le département où ils ont été jugés a été de 60 0/0 en 1873, 61 0/0 en 1874, 59 0/0 en 1875 et 60 0/0 en 1876; celle des accusés domiciliés dans ce département, mais nés ailleurs, de 25 0/0, 22 0/0 et 24 0/0; celle des accusés nés et domiciliés hors de ce département, de 15 0/0, 17 0/0, 17 0/0 et 16 0/0 en 1876 (2).

(1) On a remarqué que les attentats à la pudeur sont plus fréquents dans les départements qui ont pour chefs-lieux de grands centres industriels; les attentats sur les enfants sont plus fréquents dans les villes; dans les campagnes, ce qui domine surtout, c'est l'attentat sur les adultes.

(2) Voici, au reste, quelques chiffres qui indiquent bien la proportion des accusés d'après leur origine :

	1826-50	1851-60	1861-65	1866-69
Nés dans le département où ils ont été jugés	693	654	645	620
Domiciliés dans le département, mais nés ailleurs	176	209	232	240
Nés ou domiciliés hors du département ou sans domicile	131	137	123	140

Sans aucun doute, les centres très-populeux fournissent plus d'occasions criminelles ; cependant l'on ne saurait soutenir qu'il existe un rapport absolu entre la criminalité et la population. En effet, en 1875, par exemple, des dix départements qui ont fourni le plus grand nombre d'accusés (Seine, Alpes-Maritimes, Calvados, Corse, Bouches-du-Rhône, Eure, Var, Seine-Inférieure, Ariége), deux seulement, la Seine et la Seine-Inférieure figurent parmi ceux qui comptent le plus grand nombre d'habitants. Le département des Côtes-du-Nord, qui est le 8e pour l'importance de la population, ne donne que 6 accusés pour 100,000 habitants, proportion que l'on retrouve dans le Cher, la Haute-Vienne, la Haute-Loire et les Hautes-Pyrénées; pour le même chiffre de population on relève 5 accusés dans le Tarn, 4 dans le Lot, la Creuse et les Deux-Sèvres, 3 dans l'Indre. Le Pas-de-Calais avec 751,158 habitants et le Nord avec 1,447,764 n'offrent que 57 et 118 accusés (7 et 8 pour 100,000 habitants). En 1874 il a été remarqué que c'était l'Eure qui, proportionnellement à la population, donnait le plus d'accusés : 43 sur 100,000 habitants, alors que la Seine et la Seine-Inférieure n'en offraient que 31 et 27 pour 100,000 habitants. On a également observé que les Bouches-du-Rhône comptaient moins d'accusés que le Nord, la Gironde et le Rhône. En 1876, on a noté que les Alpes-Maritimes avaient plus d'accusés que les Bouches-du-Rhône.

A Paris, bien que l'on procède à un grand nombre d'arrestations, tous les criminels sont loin d'appartenir à cette ville. En 1865, en effet, sur 25.506 individus arrêtés dans le département de la Seine, 7,450 seulement en étaient originaires; en 1869, on en comptait 10,941 sur 35,273; les individus nés en dehors de la France étaient au nombre de 2,582.

La plus grande partie des accusés appartient à la classe des cultivateurs, journaliers, etc., ainsi qu'à celle des ouvriers.

Pour 1,000 accusés, les cultivateurs ont fourni: 368 accusés en 1826-30; 369 en 1851-60; 363 en 1861-65; 340 en 1866-69; les ouvriers, de leur côté, et aux mêmes dates, 333; 303; 341; 340, tandis qu'aux époques correspondantes la proportion a été de 122; 130; 107; 140 pour les négociants et marchands; de 58; 66; 70; 70 pour les individus appartenant aux professions libérales; de 72; 73; 63 et 60 pour les domestiques. Dans ces dernières années, la classification des accusés, au point de vue des professions, a donné les résultats suivants:

	1873	1874	1875	1876
	—	—	—	—
Agriculture.	1.836 (35 0/0)	1.939 (37 0/0)	1.731 (36 0/0)	(36 0/0)
Industrie...	1.632 (31 0/0)	1.565 (30 0/0)	1.599 (29 0/0)	(29 0/0)
Commerce..	803 (15 0/0)	712 (14 0/0)	493 (16 0/0)	(15 0/0)

	1873	1874	1875	1876
Professions libérales..	333 (6 0/0)	316 (6 0/0)	297 (6 0/0)	(7 0/0)
Domestiques	334 (6 0/0)	358 (7 0/0)	354 (7 0/0)	(7 0/0)

Alors qu'il s'agit de délits politiques, la majorité des condamnés est toujours composée d'ouvriers. Ainsi, sur 2,009 *insurgés* détenus au 31 décembre 1874, on comptait 1,113 ouvriers et 396 cultivateurs ou journaliers. Sur 3,183 déportés au 31 décembre 1875, on trouvait 1,320 ouvriers contre 163 journaliers agricoles, 236 domestiques, 134 commerçants et industriels, 231 employés et 41 individus ayant une profession libérale (1).

Du moment que l'armée du mal se recrute pour une bonne part parmi les travailleurs, tous les événements qui causent une perturbation dans l'existence et qui diminuent les ressources des classes laborieuses doivent nécessairement amener une recrudescence dans la criminalité. Ainsi, le nombre des délits qui depuis 1826 oscillait entre 108,390 et 118,000, a atteint en 1830, 1831 et 1832, c'est-à-dire à trois époques marquées par une révolution, des agitations et une terrible épidémie, 139,035; 161,019; 145,285; et le chiffre des accusés variant entre 159,000 et 179,000, s'est élevé à 210,691; 254,738 et 219,735 pour retomber durant les années suivantes à 203,814; 172,862; 164,886, etc. — De même, la mauvaise récolte de 1846 a déterminé en 1847 une augmentation de 780 accusations sur l'exercice précédent; pareillement en 1852 et 1854 la misère résultant de la cherté des subsistances a provoqué la répression de 663 vols de blé et de farine.

Un tableau publié il y a quelques années dans le *Journal des Économistes* fait bien voir, du reste, la relation (qu'il ne faut pourtant pas exagérer) existant entre les mauvaises années et la criminalité. En 1850, le prix de l'hectolitre de blé était de 14 fr. 32 c.; on avait alors 14,058 condamnés pour atteintes à la propriété sur 1,000 habitants. En 1852, le prix monte à 16 fr. 75 c.; la moyenne des condamnés est de 16,217. Elle arrive à 20,442 en 1854 avec le prix de 28 fr. 82 c. Au contraire, en 1857 et 1858 le prix du blé redescendant à 24 fr. 37 c. et à 16 fr. 75 c., l'on remarque que le nombre des accusés n'est plus que de 17,218 et 15,437 pour 1,000 habitants.

La statistique, en nous indiquant le chiffre des récidivistes, permet de constater l'état moral des individus traduits devant nos tribunaux. Il est constaté que près de la moitié des accusés (32 0/0 en 1851-55; 36 0/0 en 1856-60; 38 0/0 en 1861-65; 41 0/0 en 1866-70; 47 0/0 en 1872; 48 0/0 en 1873; 47 0/0 en 1874; 48 0/0 en 1875) et plus du

(1) Toutefois il est à remarquer qu'en 1875, sur 10,565 transportés, on trouvait 911 ouvriers, 1,679 cultivateurs, mais 5,444 manœuvres.

quart des prévenus (21 0/0 en 1851–55; 27 0/0 en 1856-60; 31 0/0 en 1861-65; 36 0/0 en 1866-70; 36 0/0 en 1872 et 1873; 38 0/0 en 1874; 38 0/0 en 1875) ont déjà commis des infractions graves tombant sous le coup de la loi. Au reste, pour montrer quels sont les individus qui composent la classe des malfaiteurs, il convient d'ajouter que les individus qui n'ont aucun domicile fixe participent pour une large part au mouvement de la criminalité. La proportion des individus de cette catégorie a, en effet, été successivement de 42 pour 1,000 accusés en 1826-50; 52 en 1851-60; 51 en 1861-65; 70 en 1866-69. En 1873 et 1876, les accusés français sans domicile fixe étaient dans le rapport de 15 0/0 et de 8 0/0 (1).

Naturellement les individus qui n'ont aucun domicile fixe ne commettent pas les infractions qui supposent un attachement, des relations, des liens de parenté, des affaires comme les crimes politiques, le parricide, la subornation de témoins, l'extorsion de titres et de signatures; les crimes dont ils se rendent surtout coupables sont les vols, les vols sur les chemins publics, les meurtres, les assassinats, la rébellion et les violences envers des fonctionnaires publics, l'incendie, etc.

Dans une semblable étude il nous est impossible de passer sous silence l'influence de l'état intellectuel sur la criminalité; pour être complet il nous faut donc envisager les rapports qui existent entre la perversité et le degré de culture; cela est d'autant plus nécessaire qu'un fait singulier est à signaler à ce propos. Dans les périodes de 1826–50 et 1851-60 le nombre des accusés illettrés était bien supérieur à celui des accusés dont l'instruction n'était que médiocre (554 et 447 accusés illettrés pour 1,000 accusés contre 309 et 382); il n'en est plus de même aujourd'hui car en 1861–65 et 1866-69 on a trouvé 395 et 380 accusés totalement illettrés pour 429 et 420 accusés sachant lire seulement ou ne sachant qu'imparfaitement lire et écrire.

En 1872, 1873, 1874, 1875 et 1876 les accusés illettrés étaient dans la proportion de 36 0/0, 36 0/0, 35 0/0, 32 0/0 et 31 0/0, et ceux qui ne savaient lire et écrire qu'imparfaitement dans celle de 45 0/0, 43 0/0, 41 0/0 et 64 0/0.

Mais à mesure que l'instruction se complète l'on voit diminer le nombre relatif des inculpés. Ainsi pour les accusés ayant une instruction ordinaire la proportion a été de 16 0/0 en 1868, 27 0/0 en 1872, 19 0/0 en 1873, 21 0/0 en 1874; pour les accusés ayant reçu une instruction supérieure elle a été de 4 0/0 en 1868, 2 0/0 en 1872, 3 0/0 en 1873 et 1874, 4 0/0 en 1875 et 3 0/0 en 1876.

(1) Pour 1,000 accusés, la proportion des vagabonds et gens sans aveu a été de 47 en 1826-50; 59 en 1851-60; 36 en 1861-65; 50 en 1866-69. En 1873, 1874 et 1875, les comptes ont constaté la proportion de 7 0/0 et 6 0/0.

Les crimes suivent l'état de l'instruction ; certains délits coïncident avec le degré de culture intellectuelle et supposent des connaissances. M. Guerry a réparti la population en quatre classes d'après la somme de l'instruction et il a permis, au moyen de ses tableaux, de constater les faits suivants : Les individus appartenant à la première classe, c'est-à-dire ceux qui sont totalement dépourvus d'instruction, se rendent surtout coupables d'infanticides, de supposition et de suppression de part, d'association de malfaiteurs, de vols sur les grands chemins, d'incendie. Ceux de la deuxième classe, ayant une certaine instruction, se livrent de préférence à l'extorsion de lettres de change, aux menaces par écrit et sous condition, aux pillages et dégâts de propriétés, aux coups et blessures. La troisième classe s'adonne surtout à des actes d'improbité tels que la concussion et la corruption, les faux, les banqueroutes frauduleuses, les menaces par écrit et sous condition, les contrefaçons. Pour la quatrième classe composée des gens ayant reçu une instruction supérieure on trouve comme crimes les plus fréquents les faux, les détournements de fonds par des dépositaires, les soustractions, les complots contre la sûreté de l'Etat, les délits politiques, etc. (1).

Si, traitant la question de la criminalité, au point de vue purement statistique, il n'est pas de notre rôle de nous appesantir sur les chiffres que nous avons relevés, et, s'il ne nous appartient pas de tirer des conclusions des nombres que nous avons donnés, il nous est impossible de ne pas faire remarquer que la société peut, jusqu'à un certain point, se délivrer de ses ennemis et diminuer le nombre de ceux qui attaquent l'ordre social. Comme on l'a justement dit, la criminalité tient pour une bonne part à l'isolement physique et moral dans lequel ont vécu beaucoup d'accusés. Sans contredit, il est d'autres causes et nous reconnaissons sans peine qu'il existe d'autres circonstances qui poussent au mal, mais il n'est pas moins vrai que la majeure partie des condamnés se compose d'individus sans affections, sans intérêt, sans lien rattachant au sol, sans moralité, sans culture intellectuelle. Le remède est donc facile à trouver : il consiste dans la vie de famille, l'encouragement à l'épargne, dans l'attachement au sol, dans la multiplication des institutions moralisatrices, dans la diffusion des lumières. Tels

(1) D'après la statistique pénitentiaire pour 1874, sur 2,009 *insurgés* détenus on en comptait 791 sachant lire, écrire et calculer, 566 sachant lire et écrire, 275 possédant l'instruction primaire complète et 59 possédant une instruction supérieure contre 156 illettrés. La peine politique de la déportation est surtout prononcée contre des individus ayant une certaine instruction car sur 3,612 déportés on comptait en 1875 2,798 individus sachant lire et écrire et 146 possédant une instruction supérieure contre 495 complètement illettrés. En revanche pour 10,505 transportés on avait les chiffres suivants en 1875 : totalement illettrés 5,643 ; sachant lire seulement 1,025 ; sachant lire et écrire 3,775 ; possédant une instruction supérieure 62.

nous paraissent être les moyens les plus efficaces à employer pour atténuer sérieusement, sinon guérir, une des plaies les plus graves de notre état social.

DISCUSSION

M. LOYSON n'a aucune critique à faire sur la communication de M. Lefort; seulement il tient à saisir l'occasion qui lui est offerte de présenter quelques remarques sur ce sujet. Il affirme que pour lui le crime est dû surtout à des raisons physiologiques. Il a pu remarquer dans sa longue carrière de magistrat que le criminel est paresseux, inactif de ses membres, mais qu'il présente surtout une grande surexcitation du cerveau; il est lâche, sans courage, et ce qui lui répugne le plus, c'est le travail; cela est si vrai, que même après une détention, après un long temps consacré au travail obligatoire, le criminel cherche surtout à s'en dispenser. On a compté sur le travail comme moyen de moralisation; c'est un tort, car le criminel, par suite de sa constitution a ce dernier en horreur. A Lyon, par exemple, sur cent enfants soumis au travail forcé, quatre-vingt-dix rentrent chez eux non corrigés. Le seul remède efficace c'est l'emprisonnement cellulaire qui fait désirer le travail. Il est presque sans exemple qu'à l'issue d'une détention solitaire l'individu ne sorte pas corrigé. Le condamné demande à travailler au bout de trois à quatre jours, et ce goût acquis en prison, il le conserve si bien, qu'à sa sortie il n'a pas idée de demander au vol les moyens d'existence. Dans une quinzaine de jours un enfant est complétement et définitivement corrigé.

M. LEFORT est d'accord avec M. Loyson pour attribuer en grande partie les crimes à des causes physiologiques; très-souvent il y a des aliénés parmi les criminels: récemment encore, au Congrès d'anthropologie qui vient de se tenir, M. le docteur Bordier constatait que les crânes des assassins sont généralement mal conformés et il a déclaré que près de la moitié des crânes qu'il avait examinés présentaient des anomalies, des traces de maladie.

Profitant de la présence de l'honorable magistrat, M. Lefort demande à M. Loyson s'il a confiance dans les sociétés de patronage dont on s'occupe beaucoup en ce moment et dans lesquelles on voit un remède contre la recrudescence de la criminalité.

M. LOYSON répond qu'il a peu de confiance dans les sociétés de patronage : à Lyon, par exemple, les deux tiers des libérés rentrent dans leur famille; pour ceux-là le patronage est inutile; la première moitié de l'autre tiers ne veut pas être patronnée parce qu'il faudrait révéler la situation de libérés et parce que les détenus aiment mieux se placer eux-mêmes. L'autre moitié de ce tiers donne lieu à de continuels mécomptes; ce sont des êtres incorrigibles qui ne peuvent faire autrement de revenir à la prison.

M. BOURUS demande si du moment que l'on a constaté que le crime est dû à des raisons physiologiques il n'y a pas moyen de corriger cette force de propension au crime.

M. LOYSON répond que l'on peut restreindre cette force de propension en faisant contracter d'aussi bonne heure que possible de bonnes habitudes au moyen d'une éducation convenable.

M. Fred. Passy constate que l'opinion exprimée par M. Loyson avec le correctif que M. Bourus lui a fait ajouter est actuellement considérée comme étant la plus fondée. Il y a certainement dans les mobiles qui poussent aux crimes une large part à faire aux causes de l'ordre physiologique; mais il n'est pas moins vrai que cette propension au mal peut être efficacement combattue et qu'elle est curable dans un grand nombre de cas. La maladie physique et la mauvaise constitution elle-même le sont bien.

M. NOTTELLE

Secrétaire du Syndicat général des chambres syndicales, Membre de la Société d'Économie politique.

IMPORTANCE ACTUELLE DE L'ÉCONOMIE POLITIQUE.

— *Séance du 24 août 1878.* —

M. Nottelle rappelle qu'au Congrès de Lille, en 1874, il constatait l'état stationnaire de la politique, toujours empirique, passionnée, et presque inconsciente du mouvement scientifique qui caractérise notre époque; et qu'en signalant là un problème plein de menaces pour la société moderne, il indiquait le moyen le plus efficace, à son avis, de le résoudre.

Il vient aujourd'hui, dit-il, moins par des raisonnements théoriques que par des observations que tout le monde peut faire, reprendre la même question, essayant de la placer sous un jour nouveau; et il espère donner à l'exposé de sa conclusion la clarté dont elle manquait peut-être dans son travail précédent.

Si on observe avec attention la société actuelle, on constate qu'au milieu de ses supériorités et de ses splendeurs, elle offre partout des contradictions profondes qui font de notre époque la période de l'illogisme.

Les peuples aussi bien que les individus ne demandent leur richesse et leur élévation qu'aux travaux de la paix; et ils arment toute leur population virile, ils s'organisent et se préparent pour la guerre plus complétement qu'à aucune autre époque.

Le sentiment de l'égalité élargit la notion de la justice, les législations intérieures s'inspirent du droit commun; et les rapports entre les peuples continuent à se régler par un prétendu droit international qui est la négation de la justice.

On reconnaît que les peuples s'appartiennent, qu'en eux réside la

souveraineté ; et la conquête les partage encore comme du bétail humain.

Le patriotisme, cette sauvegarde des nations, a grandi avec la valeur morale des citoyens; et des citoyens, arrachés par la conquête à leur patrie, subissent encore l'exécrable devoir d'y porter au premier ordre la destruction et le carnage.

Les peuples, guidés par leur instinct et l'expérience, ont reconnu qu'ils s'enrichissent les uns par les autres en échangeant leurs produits ; ils se précipitent dans leurs commerces mutuels, multipliant entre eux les moyens de communication, abattant les obstacles naturels qui les séparaient ; et en même temps, ils envoient sur leurs frontières aplanies des forces publiques, avec la consigne de s'interposer entre les échanges et de remplir l'office des obstacles supprimés.

Plus la grande loi de la solidarité internationale des intérêts devient un fait vulgaire, plus on s'obstine à la combattre par le ravivement de l'antagonisme artificiel.

Notre Exposition, qui en ce moment même manifeste avec tant d'éclat la puissance du travail moderne, est en somme un vaste échantillonnage international en vue d'affaires internationales ; avec la pratique anti-civilisatrice qui, sous prétexte de droits protecteurs, entrave ou prohibe à chaque frontière la réalisation de ces affaires, notre Exposition, par ses splendeurs même, est un splendide illogisme.

Toutes ces contradictions dérivent de celle qui s'accentue chaque jour entre la politique et le mouvement spontané de la société moderne. Phénomène caractéristique de notre époque de transition, et si frappant, qu'on ne s'explique pas qu'il ait jusqu'ici échappé à l'observation.

L'avènement du droit individuel et le prodigieux accroissement de la production qui en a été la conséquence ont profondément modifié les conditions de la société. Cette modification en appelle une correspondante dans la pratique des rapports sociaux.

Poussés par l'infaillible instinct de leurs intérêts, les peuples civilisés s'élancent avec ardeur dans la pratique nouvelle ; mais la politique, stationnaire dans ses traditions, les arrête ou les égare ; et son action négative se manifeste par les contradictions dont les plus saillantes viennent d'être signalées.

Ainsi s'explique que la société soit encore ballottée de révolutions en désastres, qu'elle garde encore quelque chose de vacillant dans sa marche ardemment progressive et de précaire dans sa prospérité : elle reste en opposition avec elle-même : la politique, qui en est la direction officielle, se met en travers de sa direction privée.

Donc le progrès immédiat qu'elle doit accomplir, sous peine de s'exposer à compromettre tous les autres, est d'amener la politique à s'ins-

pirer de l'esprit, des tendances, des besoins de notre époque, en d'autres termes, de lui imposer la méthode scientifique qui consiste à se guider non par la routine mais par l'observation.

Tout véritable progrès est une simplification. Les lois de la sociabilité sont très-simples, comme toutes les lois générales. Elles ont été violées, méconnues, obscurcies par des complications souvent contradictoires. Le progrès social consiste uniquement à se rapprocher de leur notion exacte et de leur pratique.

On est arrivé d'instinct à la pratique; mais la politique continue à la troubler, et ce qui est plus grave, elle empêche que la notion se dégage et arrive à l'état de règle acceptée.

Il y a donc aujourd'hui en présence deux forces, dont l'une représente avec l'esprit moderne d'innombrables intérêts de création récente, et l'autre, la résistance toujours très-puissante de l'habitude et des traditions.

Elles marchent, sauf accord préalable, à un choc définitif dont les révolutions de notre siècle n'ont été que le prélude, et qui par sa violence ébranlerait la civilisation.

Au milieu des luttes longues et confuses dont il serait le signal, le progrès inévitablement trouverait sa voie. La vie sociale moderne, qui a accompli les plus grandes choses de notre temps, finira par se subordonner la politique, aujourd'hui caduque et impuissante à rien fonder de grand et de durable. Mais pour notre génération, se pose le problème de savoir si elle obtiendra ce résultat en évitant le conflit suprême qui menace sa sécurité et lui prépare de terribles épreuves.

Le problème étant ainsi posé, la solution en est implicitement contenue dans celle que recevra une question aujourd'hui vivement controversée sur le terrain le plus pratique, et qui sous l'apparence d'une simple compétition d'intérêts industriels, est la forme saisissable du conflit encore latent entre la vieille politique et le mouvement propre de la société. On comprend qu'il s'agit de la question posée entre le protectionnisme et le libre échange.

Si le protectionnisme se relève, le conflit devient inévitable ; si le libre échange prévaut, les difficultés s'atténueront d'elles-mêmes, et par la force des choses, la politique se mettra sans secousses à l'unisson de la vie sociale.

En effet :

Le protectionnisme est la condensation sous la forme moderne de toutes les traditions mauvaises de la politique : le privilége, la négation du droit individuel, la violation de la propriété et de la liberté, l'humiliation du travail, la méconnaissance de la dignité de la fonction productive. En octroyant à certaines industries des conditions arbitraires

de prospérité, il perpétue l'exercice du prétendu droit monarchique qui permettait le travail selon *son bon plaisir*. En faisant intervenir l'État dans les transactions privées, il en fausse et compromet le rôle, il engendre et justifie tous les systèmes de faux socialisme, cette autre plaie de notre époque. Par la perturbation qu'il apporte dans les échanges entre les peuples, il amoindrit l'accroissement de leur richesse, et dévoie le développement régulier de leur civilisation ; par l'antagonisme de leurs intérêts, il maintient entre eux, à l'état latent ou déclaré, la guerre, véritable anachronisme à notre époque, et devenue évidemment incompatible avec les conditions générales de la société.

Le libre échange, au contraire, contient à la fois, le principe et la pratique qui donnent la satisfaction la plus complète aux aspirations et aux besoins de notre époque. Il consacre par le fait la propriété, la liberté et le droit individuel. Il proclame les droits civils et politiques encore méconnus, de l'industrie et du commerce, ces véritables civilisateurs, et porte à leur plus haute puissance la dignité et la fécondité du travail. Par le libre échange, l'État voit croître son autorité en raison de la sincérité de son rôle, qui consiste à garantir à tous les citoyens la sécurité pour leurs intérêts légitimes, en conservant vis-à-vis d'eux une neutralité bienveillante mais rigoureusement impartiale. Division du travail entre les peuples, le libre échange en solidarisant leurs intérêts sans l'ombre d'une atteinte à leurs nationalités respectives, leur rend la conquête inutile, et distrait leur activité des préoccupations de la guerre pour la fondre dans une communauté d'efforts vers le progrès général.

On le voit, la lutte engagée entre le protectionnisme et le libre échange est la forme tangible de celle, encore obscure mais qui se définira bientôt, entre le mouvement en avant de la société et l'action rétrograde de la politique. L'étroite connexité de la question économique avec celle du progrès général s'explique, d'ailleurs, par l'incomparable prépondérance que l'industrie et le commerce ont prise de fait dans les rapports internationaux.

Voici, pour terminer, une considération de philosophie très-positive qui résume et complète cette étude.

Le progrès social, avons-nous remarqué, consiste à dégager de la confusion, pour leur obéir, les lois très-simples de la sociabilité. Or, ces lois, ou plutôt cette loi — car en somme il n'y en a qu'une d'où les autres découlent comme conséquence — cette loi primordiale est tout simplement : LA LIBERTÉ DE L'ÉCHANGE. En effet, l'échange est l'exercice même de la sociabilité. La sociabilité est une abstraction : c'est par l'échange, par l'échange seul, qu'elle prend corps dans le fait réel : la société. Sans l'échange, pas de société possible. Puisque la suppression de l'échange anéantirait la société, toute restriction de l'échange, qu'elle

soit violente ou légale, amoindrit et trouble le fonctionnement normal, partant, le progrès de la société. Donc la liberté de l'échange, c'est-à-dire son exercice complet, identique à l'exercice complet de la sociabilité, est la grande loi des sociétés humaines.

C'est en lui obéissant autant qu'ils l'ont pu, que les peuples modernes ont accompli d'incomparables progrès; c'est en la violant que la politique a, dans une trop large mesure, réduit, retardé et troublé ces progrès. Si, comme on est menacé, on lui laisse continuer dans ce sens et raviver même son action perturbatrice, elle peut aboutir à compromettre l'évolution civilisatrice de notre temps.

M. Frédéric PASSY

Membre de l'Institut, président de la section.

L'ARBITRAGE INTERNATIONAL.

— *Séances des 24, 26 et 28 août 1878.* —

Arrivera-t-on jamais à faire disparaître la guerre, c'est-à-dire à bannir absolument la violence des rapports de nation à nation? Nul ne le sait; et si l'on devait ici conclure du particulier au général, il semblerait difficile de l'espérer. En aucun pays, en aucun temps, la violence privée n'a été complètement supprimée. Toujours, en dépit de la règle universellement admise que personne ne se doit faire justice soi-même, et en dépit des précautions prises pour faire respecter cette règle, il y a eu des gens qui se sont constitués juges dans leur propre cause, et des prétentions qui ont refusé de s'incliner devant une juridiction supérieure. Il n'en est pas moins vrai que la règle est proclamée, et qu'il n'est pas indifférent qu'elle le soit. Il y a, dans toute agglomération d'hommes, une force publique, une police, une magistrature, dont les décisions s'imposent. Et si chacun, à défaut de cette protection et de cette coercition salutaire, se trouvait réduit à lui-même ou livré à lui-même, la société serait un enfer et les hommes se dévoreraient entre eux comme des bêtes féroces.

Ce qui est vrai des individus est vrai des nations. Elles ont besoin, elles aussi, de ne pas s'abandonner à leurs entraînements et de rencontrer, dans les conflits qui les divisent, le frein d'une autorité commune et d'un jugement impartial. Elles ont besoin de substituer au dangereux hasard des solutions violentes, tantôt les bons offices de conciliateurs amiables, tantôt la sentence de juges volontaires ou imposés. Et

c'est, en fait, quoi qu'on en pense, ce qui a lieu, la plupart du temps, et de plus en plus. L'arbitrage, depuis cinquante ans, est la règle; la guerre l'exception. Et les cas dans lesquels, à la suite de *casus belli* posés, l'arbitrage intervient, sont eux-mêmes l'exception. Pour les nations comme pour les individus, la plus grande partie des difficultés s'apaise avant d'en venir là. L'arrangement amiable, en d'autres termes, est la loi commune, pour les sociétés aussi bien que pour leurs membres. Il ne s'agit donc pas, quand on parle de régler moins brutalement les différends internationaux, de nouveautés téméraires à tenter; il s'agit d'une pratique existante et éprouvée, mais insuffisante, à développer.

Ce qui trompe, ce qui fait que tant de personnes, aujourd'hui encore, ont peine à croire à l'efficacité des moyens raisonnables et pacifiques, c'est que les moyens violents font plus de bruit, bien qu'en réalité ils fassent moins de besogne. La guerre, de sa nature, est retentissante ; elle frappe les yeux et les oreilles. L'arbitrage, dans la plupart des cas, s'opère discrètement, sans tapage, et échappe aux regards du plus grand nombre. Il n'en fait pas moins son office pour cela. Pour une affaire comme celle de *l'Alabama*, qui occupe et passionne à juste titre les deux mondes, il y en a vingt, comme celle de Portendic ou de la rivière de Sainte-Croix, qui passent inaperçues, et qui n'en ont pas moins été d'un règlement délicat. Est-ce la grandeur des difficultés d'ailleurs qui fait la grandeur des guerres ? Quelles difficultés pourraient être moins graves que la question de savoir si la coupole d'une église de Jérusalem serait réparée par des moines grecs ou par des moines latins? Et cependant, comme on l'a pu dire en 1873, aux applaudissements du Parlement anglais (1), « c'est pour ce beau sujet de querelle que, grâce à la prodigieuse insanité de quelques-unes des grandes puissances, a éclaté une guerre qui a coûté à l'Europe un million d'existences humaines et dix à douze milliards de francs ». Le moindre appel aux bons offices d'un tiers eût aisément prévenu cette insigne folie. On l'a si bien senti, après coup, que lorsque, la guerre achevée, les représentants des grandes puissances se réunirent à Paris, en 1856, pour régler en vue de la paix cette éternelle et maudite question d'Orient, ils n'hésitèrent pas à inscrire, *à l'unanimité*, sur la proposition de l'Angleterre, dans le 23e protocole de la conférence, une déclaration tendant à ce que désormais les puissances, avant d'en venir aux armes, « eussent recours aux bons offices d'une puissance amie ». Une quarantaine de gouvernements, sur la communication qui leur en fut faite, adhérèrent à cette déclaration. Et M. Gladstone, en en parlant dans la Chambre des communes, n'hésita pas à dire qu'elle constituait par elle seule un grand triomphe. « C'était peut-être, dit-il,

(1) Discours de M. Henry Richard, cité plus loin.

la première fois qu'on voyait les représentants des principales nations de l'Europe articuler solennellement des sentiments qui impliquent tout au moins une désapprobation formelle du recours aux armes, et proclamer en commun la suprématie de la raison, de la justice, de l'humanité et de la religion. » Lord Derby, de son côté, a parlé de l'arbitrage comme d'un principe qui, « à son éternel honneur, avait pris corps dans le protocole de la Conférence de Paris ». M. Drouyn de Lhuys y a vu « l'expression d'un sentiment qui, une fois éveillé, ne cessera de tourmenter les nations civilisées jusqu'à ce qu'il ait obtenu satisfaction ». Et M. Bluntschli, en constatant que « c'est au congrès de Paris, en 1856, que fut reconnu le côté vraiment universel du droit international, en dehors de tout principe religieux », a ajouté que « c'est ce vœu qu'on voudrait voir élevé au rang de devoir international ». C'est ce progrès nouveau qu'il s'agit de réaliser en conférant, s'il est possible, par la pression de l'opinion d'abord et par des dispositions plus formelles ensuite, un caractère plus rigoureusement obligatoire à la déclaration de 1856.

Non que cette déclaration ait été, quoi qu'on en ait dit, une lettre morte; elle a servi, en 1867, de point de départ à la médiation de l'Angleterre et de point d'appui à la conférence de Londres, grâce à laquelle fut évitée la guerre du Luxembourg. Mais elle est demeurée, il faut le reconnaître, sans sanction, et par suite sans action suffisante, puisqu'en 1870, lorsque de nouveau l'Angleterre, — ce qu'on oublie trop, — essaya d'interposer ses bons offices, les deux parties, se prévalant de ce que les plénipotentiaires de 1856 avaient, par pur ménagement de langage, évité la forme absolue et impérative, refusèrent de rien entendre.

Aussi lorsque plus tard, en 1872, la conférence de Genève fut venue montrer une fois de plus avec quelle facilité se terminent, quand on le veut, les plus graves difficultés; lorsque, suivant les propres paroles de l'illustre président de cette conférence, le comte F. Sclopis, quelques hommes de bonne volonté eurent « dénoué, en six jours, un nœud qui semblait insoluble à la diplomatie » ; lorsqu'un conflit qui allait bouleverser le monde se fut terminé, comme une simple affaire de justice de paix, par une allocation de dommages-intérêts que le perdant, de son aveu, fut aussi heureux de payer que le gagnant de recevoir; l'arbitrage fut plus que jamais en faveur auprès des hommes prévoyants, et de nouveaux efforts furent tentés pour le faire entrer davantage dans les habitudes et dans les obligations de la société internationale.

L'impulsion fut donnée, cette fois encore, par l'Angleterre, bientôt énergiquement secondée par les États-Unis, ses adversaires de la veille. Après une active campagne, employée à préparer l'opinion et à s'en assurer l'appui, une motion fut présentée, le 8 juillet 1873, à la Chambre des communes, par M. Henry Richard, secrétaire de la société de la

Paix, de Londres, et développée dans un discours qui restera comme un des plus beaux spécimens de l'éloquence pratique (1). Cette motion, adoptée par la Chambre, portait que la reine serait priée « de donner à son principal secrétaire d'État pour les affaires extérieures l'ordre d'entrer en rapport avec les puissances étrangères, à l'effet de pourvoir à l'amélioration de la loi internationale *et à l'établissement d'un système général et permanent d'arbitrage entre les nations* ».

A la suite de ce vote, dont le retentissement fut considérable, la Chambre des députés d'Italie, sur la proposition du célèbre jurisconsulte Mancini, depuis ministre de la justice du royaume d'Italie, et avec l'adhésion du ministre des affaires étrangères M. Visconti Venosta, adopta, le 24 novembre suivant, *à l'unanimité*, une motion analogue. Le 3 avril 1878, sur la proposition du même Mancini, elle décidait qu'à l'avenir une clause d'arbitrage serait insérée dans tous les traités de commerce à conclure entre l'Italie et d'autres puissances.

Des votes analogues ont été émis par la Chambre des représentants et le Sénat des États-Unis, en 1874; par la deuxième Chambre des États Généraux des Pays-Bas et de la Diète de Suède, dans la même année 1874; par la Chambre des députés de Belgique, à l'unanimité moins deux voix, et par le Sénat, à l'unanimité absolue, en janvier et février 1875; et en France, enfin, cette année même (1878), sur le rapport de MM. Couturier et Bosquet, une pétition de M. Sigaud, avocat à Nîmes, tendant à l'insertion d'une clause d'arbitrage dans tous les traités internationaux, a été renvoyée au ministre des affaires étrangères.

On pourrait joindre à ces faits, si importants par leur nombre comme par leur caractère, l'énumération des diverses sociétés, les unes anciennes, les autres récentes, qui en divers pays travaillent en faveur de l'arbitrage. Il est impossible de ne pas citer au moins, parmi les dernières, puisque c'est ce mouvement même qui leur a donné naissance, l'*Institut international de Droit des gens*, qui compte dans son sein les plus éminents jurisconsultes des deux mondes, et *l'Association pour la Réforme et la Codification du Droit des gens*, dont l'initiative est partie des Etats-Unis, et qui depuis 1873 tient tous les ans en Europe des congrès où s'élaborent les matériaux d'une législation commune moins imparfaite et moins disparate. C'est à la première de ces réunions, à Bruxelles, en 1873, après une discussion à laquelle prirent part des hommes tels que MM. Mancini, H. Richard, Asser, Visschers, Rollin-Jæquemyns, Dudley Field, Bluntschli, Montague-Bernard, Massé, Cauchy, Calvo, Sheldon Amos, J.-B. Miles, Couvreur, et bien d'autres, que fut adoptée, à l'unanimité, la résolution suivante, dont la mesure fait encore ressortir la force :

(1) Ce discours a été traduit pour la *Société des Amis de la paix*, qui l'a publié dans son 9e Bulletin, par M. Fréderic Passy.

« La Conférence déclare qu'elle regarde l'arbitrage comme un moyen essentiellement juste, raisonnable et même obligatoire de terminer les différends entre les nations, lorsque les négociations n'ont pas abouti. Elle s'abstient d'affirmer que dans tous les cas, sans exception, ce moyen soit praticable; mais elle croit que les exceptions sont peu nombreuses, et elle est fermement convaincue qu'aucun différend ne doit être considéré comme insoluble avant qu'on ait usé d'un délai convenable et épuisé tous les moyens pacifiques d'arrangement. »

D'autres affaires, parmi lesquelles il suffit de citer celle du *Virginius*, sont venues, dans ces dernières années, grossir la liste des arbitrages heureux.

Voilà certes des faits, et d'une signification sérieuse.

On peut, il est vrai, en sens inverse, et comme preuve de la difficulté d'arrêter, avant l'explosion, les conflits qui surgissent entre les nations, citer la longue et cruelle guerre qui vient une fois de plus de désoler l'Orient, et à laquelle le Congrès de Berlin a eu tant de peine à mettre fin par des arrangements qui ne méritent peut-être qu'à demi le nom de paix. Il serait plus juste, en réalité, de tirer de ces douloureux événements un argument de plus en faveur de l'arbitrage. Ils ont montré, en effet, et avec éclat, combien il est regrettable de ne pas avoir dès le début, pour empêcher les choses de s'envenimer, un recours arbitral à sa disposition ; et ils ont montré aussi comment, quoi qu'il arrive, on finit toujours, en désespoir de cause, par où l'on aurait dû commencer, par cette raison sans réplique que le glaive ne résout rien et que la guerre ne peut pas durer éternellement. Je ne voudrais certes pas faire, plus que de raison, l'éloge du Congrès de Berlin et de son œuvre : il y avait, je le crois, mieux à faire que ce qui a été fait. Il ne faudrait pas s'y tromper pourtant; il y a eu, et on le comprenait bien à Berlin, deux choses dans ce Congrès. Il y a eu un arrangement, — bon ou mauvais, l'avenir le dira, — pour mettre fin à une guerre que l'on n'avait pas su prévenir; et il y a eu un autre arrangement, — bon ou mauvais, lui aussi, — pour prévenir une guerre qu'on ne voulait pas laisser éclater, trouvant que c'était déjà trop d'une. On n'avait pas eu la sagesse ou l'énergie d'arrêter la guerre entre la Russie et la Turquie; on voulait au moins, en intervenant à temps cette fois, empêcher que de cette première guerre n'en sortît une seconde, plus terrible encore, entre la Russie d'une part, la Grande-Bretagne et l'Autriche de l'autre. Les autres grandes puissances, l'Allemagne, l'Italie, la France, sentaient bien que si un tel conflit éclatait on ne le circonscrirait pas à volonté. Elles savaient, et elles venaient d'en faire de nouveau l'expérience à leurs dépens, que toute guerre, même lointaine, est une atteinte aux intérêts des neutres. Et au nom de la société européenne, qui ne veut pas être à la merci du premier de ses membres

auquel il plaît d'allumer un incendie ou d'amonceler des matières explosibles, elles disaient, non sans fermeté, aux adversaires : « En voilà assez. Vous n'avez au fond, ni les uns ni les autres, tort ni raison sur tous les points, et vous n'auriez d'ailleurs qu'à perdre à pousser les choses plus loin. Voici ce qu'on peut vous passer ; contentez-vous en, et embrassez-vous, si vous pouvez ; ou tournez-vous le dos si vous y tenez. Mais laissez-nous tranquilles, et que ça finisse. »

On y a mis plus de formes, cela va sans dire, la diplomatie met des formes à tout ce qu'elle fait ; mais au fond c'est cela. La sentence peut être plus ou moins satisfaisante, c'est une autre question. Mais c'est une sentence, un arbitrage par conséquent. Et ce n'est pas déjà un si mince résultat, il faut en convenir, que d'avoir amené ces deux puissances, l'une victorieuse, la Russie, et l'autre irritée, l'Angleterre, à soumettre, celle-là un traité conclu, et celle-ci ses griefs contre ce traité, à l'appréciation des autres puissances. Dans ce fait seul il y a l'affirmation d'un droit international imparfait, encore, sans doute, mais réel, et la reconnaissance d'une suprématie collective de l'Europe sur ses membres. Les ennemis des jeux sanglants de la force et du hasard ont le droit de constater ce résultat, et d'en prendre acte ; et c'est ce que je tenais à faire ici.

Mais je tiens à redire en même temps que ce résultat est insuffisant, et qu'il y avait mieux et davantage à faire. Et je demande la permission d'ajouter que si le Congrès ne l'a pas fait ce n'est pas faute d'en avoir été requis. Peut-être ces détails, qui sont peu connus encore, paraîtront-ils de quelque intérêt. Quelques hommes, à la tête desquels se trouvait cette fois encore M. Henry Richard, et qui m'avaient fait l'honneur de m'adjoindre à eux, avaient cru devoir, tant en leur nom personnel qu'au nom des différentes sociétés dévouées à cette tâche, faire auprès des plénipotentiaires des démarches spéciales dont l'objet est nettement indiqué dans la pièce que voici. Cette pièce n'a guère, jusqu'à ce jour, reçu de publicité qu'au sein de la Société dont M. H. Richard est le représentant, et la section ne refusera pas d'en entendre la lecture *in extenso* : c'est un document qui peut-être un jour aura sa valeur. Le voici, sauf les formules obligées du commencement et de la fin :

« Attendu que l'arbitrage, comme moyen de terminer pacifiquement les différends qui malheureusement surgissent entre les nations, n'en est plus à faire ses preuves ;

» Qu'en mainte circonstance, bien qu'on n'y ait eu recours qu'à la dernière extrémité, et sans en avoir assuré le fonctionnement par des stipulations préalables, il a été employé de la façon la plus heureuse et a permis d'éviter au monde des déchirements qui semblaient inévitables ;

» Qu'à plus forte raison serait-on en droit de compter sur son efficacité s'il avait été consacré par un traité général, revêtu de la sanction

de l'Europe et ratifié, comme il ne saurait manquer de l'être, par l'opinion unanime du monde civilisé ;

» Attendu que la conférence de Paris, dès 1856, a fait un premier pas dans cette voie en stipulant, par l'article 7 du Traité de Paris, « que » s'il survenait, entre la Sublime-Porte et l'une ou plusieurs des puis- » sances signataires, un dissentiment qui menaçât le maintien de leurs » relations, la Sublime-Porte, et chacune de ces puissances, avant de re- » courir à l'emploi de la force, mettraient les autres parties contractantes » en mesure de prévenir cette extrémité par leur action médiatrice ; »

» Que de plus la même conférence, par un protocole spécial, a émis le vœu que « les États entre lesquels s'élèverait un dissentiment sérieux, » avant d'en appeler aux armes, eussent recours, autant que les circons- » tances l'admettraient, aux bons offices d'une puissance amie » ;

» Que, conformément aux instructions de la conférence, les puissances non représentées à Paris ont été invitées à adhérer à ce protocole, et qu'elles y ont à peu près unanimement adhéré ;

» Attendu que ces déclarations, malgré les restrictions dont elles étaient encore entourées, avaient une signification considérable;

» Qu'elles constituaient, en effet, de la part de l'Europe, une reconnaissance directe et solennelle du devoir, qui désormais s'impose à tous les États, de recourir, autant que possible, pour vider leurs différends, à d'autres et meilleurs moyens que la force;

» Attendu que plusieurs des parlements de l'Europe, sur la proposition de quelques-uns des soussignés, ont hautement exprimé leur désir de voir leurs gouvernements respectifs entrer en négociations avec les autres gouvernements, à l'effet d'étendre et de développer cette heureuse pratique;

» Qu'ainsi la question a pris place officiellement parmi les préoccupations communes de l'Europe, et se trouve instamment recommandée à la constante attention de la diplomatie;

» Attendu d'ailleurs que le Traité de Paris et le protocole qui vient d'être visé sont, en ce moment même, sur la table du Congrès ;

» Attendu que ce Congrès, en appelant les représentants des grandes puissances à régler à nouveau, en vue d'une paix durable, les relations réciproques des diverses nations, offre auxdites hautes puissances une occasion unique de poser sérieusement les bases d'un système général d'arbitrage qui attirerait sur elles les bénédictions du monde entier,

» Les soussignés prennent la liberté de prier respectueusement les plénipotentiaires d'affirmer de nouveau, en termes plus exprès et plus formels, le grand principe proclamé en 1856, et de recommander en conséquence aux puissances signataires l'emploi de l'arbitrage.

» C'est pourquoi ils supplient le congrès de vouloir bien introduire dans le traité ou les traités à intervenir la clause suivante :

» En cas de dissentiment sérieux sur l'interprétation ou l'exécution » des présents traités, ainsi que sur tout autre point de nature à mettre » en péril leurs bons rapports, les puissances signataires s'engagent à s'en » remettre, après épuisement des négociations amiables, à un arbitrage. » Les arbitres, en nombre égal de part et d'autre, seront désignés par les » puissances en cause. Ils auront le droit de nommer un tiers-arbitre. »

Tel est ce document. On n'en a pas, en général, contesté la valeur intrinsèque. Mais on s'est demandé s'il avait été bien utile de le présenter au Congrès et si ce n'avait pas été, comme on dit vulgairement, un coup d'épée de plus dans l'eau.

Ceux qui l'ont présenté sont d'un autre avis. Ils ont d'abord, et c'est quelque chose, maintenu devant le Congrès les revendications de la raison et de la justice. Ce n'est pas tout. On ne leur a pas donné, il est vrai, de satisfaction directe, et l'on a évité de mentionner leur requête dans les actes du Congrès; peut-être parce qu'on n'aurait pas osé la repousser. Mais on leur a donné une satisfaction indirecte en rappelant, en termes formels, que les dispositions non abrogées des traités et conférences antérieures demeurent en vigueur; ce qui implique la confirmation du 23e protocole de la conférence de 1856 et de toutes dispositions analogues. Il y a des raisons de penser que, sans ce nouvel effort, ce rappel n'aurait pas été fait, et c'est assez pour que le Congrès de Berlin ne puisse être considéré par les partisans de l'arbitrage comme une défaite.

Il y a plus, et il importe de le dire; au fond tout le monde, ou peu s'en faut, leur donne raison, et il n'y a guère de plénipotentiaire et d'homme d'Etat sérieux qui ne soit de leur avis. Ce qui les arrête, lorsqu'il s'agit d'affirmer cette opinion dans un traité et de prendre une fois pour toutes l'engagement de se soumettre, le cas échéant, à un arbitrage, c'est la crainte de paraitre, en agissant ainsi, aliéner l'indépendance de leurs gouvernements. Le scrupule est spécieux; il n'est pas fondé. Est-ce que nous aliénons, les uns ou les autres, notre indépendance lorsque nous nous souvenons, dans nos dissentiments privés, qu'il y a des juges à Berlin, ou à Paris, et lorsque nous faisons plus ou moins tranquillement plaider notre cause devant ces juges, au lieu de nous attendre comme des sauvages au coin d'une rue ou de confier notre droit, bon ou mauvais, à la solidité parfois trompeuse de nos bâtons ou de nos poings? Nous l'assurons, au contraire, dans la limite du possible; et si nous jouissons, dans les pays dits civilisés, d'un peu de liberté et de sécurité, c'est parce que nous avons à côté de nous et au-dessus de nous une autorité supérieure aux mains de laquelle nous remettons le soin de nous faire rendre justice au besoin. Il n'en est pas et il n'en peut pas être autrement pour les peuples. Il dépend d'eux, à

mesure qu'ils comprendront mieux ces vérités et qu'ils en imposeront mieux le respect à ceux qui les représentent, de s'assurer, dans une mesure plus large, cette sécurité, cette tranquillité et cette paix qui sont de plus en plus la condition de leur développement et que leur prêchent si hautement ces grandes manifestations de la solidarité du travail et de la science qui s'appellent les Expositions universelles.

Cette communication avait pour but, en rappelant ces vérités manifestement économiques, de montrer où en est, en fait, la question de l'arbitrage, et de bien établir que, s'il reste encore à cet égard beaucoup à faire, il y a dès maintenant beaucoup de fait. « Les hommes pratiques se détournent des choses qui n'ont pas d'avenir, » a dit un Anglais de beaucoup de science et de talent, M. F. Seebohm. L'arbitrage a de l'avenir, et c'est pour cela que M. Seebohm est un de ses plus solides champions. Il a même un passé, et c'est pourquoi notre éminent compatriote, M. Charles Lucas, a pu dire en en parlant que ce sont là des idées qui s'avouent et des choses qui se font. »

Il faudra toutefois, pour que l'arbitrage devienne une ressource habituelle et toujours sûre, quelque chose de plus : une loi, et peut-être une juridiction internationale ; une haute cour des nations faisant pour elles, à leur grand avantage à toutes, comme l'a dit Stuart Mill, ce que fait presque toujours heureusement, pour les Etats membres de l'Union, la haute cour des Etats-Unis. Mais ne pas avoir encore tout ce dont on sent le besoin n'est pas une raison pour ne pas user de ce qu'on a ; et l'arbitrage, tout imparfait qu'il est encore, est une ressource précieuse en même temps qu'un moyen de préparer les peuples à l'idée d'une juridiction internationale et d'une loi commune. Déjà même, à bien dire, cette œuvre supérieure est commencée et il y aurait, à son sujet, d'intéressantes communications à faire. Mais ce serait abuser de l'attention de la section, et je laisse cette question pour une autre session.

M. BAYSSELLANCE

Ingénieur de la marine à Bordeaux.

ÉTUDE SUR UNE NOUVELLE MÉTHODE DE SCRUTIN.

— Séance du 26 août 1878. —

Les méthodes de scrutin employées jusqu'à ce jour en France ne donnent aucune satisfaction au principe de la représentation des minorités. Si la répartition des partis était parfaitement homogène dans le

pays, la majorité, si faible qu'elle fût, emporterait la totalité des nominations. Dans la pratique, il s'établit, d'un collége à l'autre, une certaine compensation, mais le résultat en est purement aléatoire, et le hasard y joue un si grand rôle qu'il pourrait même arriver qu'une minorité assez faible obtînt la majorité dans le Parlement. Supposons, en effet, qu'un parti réunisse les $\frac{51}{100}$ des voix, dans les $\frac{51}{100}$ des colléges, sans en avoir aucune dans les autres; il n'aura en tout que les $\frac{26}{100}$ du nombre total des votants, et cependant il emportera les $\frac{51}{100}$ des siéges, c'est-à-dire la majorité.

On n'a proposé jusqu'à présent, pour remédier à cet inconvénient, que des procédés peu pratiques. Celui que nous allons exposer, tout en étant simple dans l'exécution, assurerait la représentation proportionnelle des différentes opinions. Voici quelle serait la manière de procéder.

Le pays étant divisé en grandes circonscriptions comme pour le scrutin de liste ordinaire, les électeurs seraient invités à inscrire les noms des candidats sur leurs bulletins, non plus au hasard, mais par ordre de préférence.

Dans chaque bureau électoral, le dépouillement serait fait séparément, pour les noms placés en première ligne, puis en seconde ligne, puis en troisième, etc.

Au chef-lieu de la circonscription, on ferait l'addition de ces différents dépouillements, et on proclamerait élu tout candidat ayant obtenu au premier rang, une fraction du nombre total des voix émises, inversement proportionnel au nombre des députés à nommer, $\frac{1}{10}$ s'il y a dix députés, $\frac{1}{7}$ s'il y en a sept, etc., etc.

On ferait ensuite l'addition des voix données dans les deux premières lignes réunies des bulletins, et on proclamerait également élus, les candidats ayant réuni $\frac{1}{8}$ du nombre des suffrages, s'il reste huit députés à nommer, $\frac{1}{5}$ s'il en reste cinq, etc., etc., défalcation faite de ceux qui ont été proclamés après le dépouillement de la première ligne seule.

La même opération serait faite successivement sur l'ensemble des trois premières lignes, puis des quatre premières, et ainsi de suite, en exigeant chaque fois un nombre de voix croissant en proportion inverse du nombre de députés restant à élire après chaque nouveau dépouillement.

Si, au bout d'un certain nombre d'opérations, il s'en trouvait une qui donnât plus de candidats remplissant cette condition qu'il ne resterait de sièges à pourvoir, la majorité relative prononcerait entre eux.

Si, au contraire, après le dépouillement de toutes les lignes, il restait encore un ou plusieurs sièges vacants, aucun des candidats ne réunissant le nombre de voix nécessaire, ces siéges seraient attribués aux candidats ayant obtenu la majorité relative sur l'ensemble des votes émis. Ce dernier cas se présenterait toutes les fois qu'après le dépouillement d'un certain nombre de lignes, on arriverait à n'avoir plus qu'un seul député à élire, car il faudrait alors, pour suivre la même loi, qu'il réunit l'unanimité des suffrages.

Nous allons rendre notre idée plus claire par un exemple. Supposons que dans une circonscription ayant dix députés à élire, il y ait trois listes en présence, réunissant, l'une 50 0/0 des suffrages exprimés (liste A), l'autre 30 0/0 (liste B), et la troisième 20 0/0 (liste C).

Au dépouillement de la première ligne, il ne faut pour être élu que $\frac{1}{10}$ du nombre des voix émises ; les trois candidats portés en tête seront donc élus. Il restera sept siéges à pourvoir ; il faudra au second dépouillement, $\frac{1}{7}$ ou 14,3 0/0 du nombre des votants, et les trois listes feront passer les candidats inscrits en deuxième ligne. Mais au dépouillement collectif des trois premières lignes, il faudra obtenir $\frac{1}{4}$ ou 25 0/0 des voix; la liste C ne compte pas assez d'adhérents pour cela, et les candidats placés en troisième ligne sur les deux autres listes seront seuls élus. Il restera encore deux députés à nommer : la liste A seule pouvant arriver à réunir la moitié des voix, son quatrième candidat sera élu, et elle obtiendra également le dernier siége à la majorité relative. Elle comptera donc en tout cinq nominations, pendant que la liste B en obtiendra trois, et la liste C, deux, nombres proportionnels à ceux de leurs adhérents.

Le principe très-simple de ce système étant clairement établi, il est facile d'étudier, en supposant la lutte établie entre plusieurs listes distinctes, quel nombre de siéges sera dévolu à un nombre quelconque d'adhérents. Les calculs que j'ai faits en supposant l'existence de deux, trois, quatre et même cinq listes, aboutissent toujours au même résultat : proportionnalité presque toujours rigoureusement exacte, et écart maximum d'un siége sur dix, dans les hypothèses les plus forcées. Je ne puis donner ici tous ces calculs. Je me contenterai de citer au hasard un des nombreux tableaux que j'ai établis.

Dans une circonscription ayant dix députés à nommer, s'il y a trois

listes en présence et que l'une d'elles, la liste C, réunisse 30 0/0 des suffrages, l'une des deux autres obtiendra les nombres suivants de nominations, d'après le chiffre de ses adhérents.

Nombre de voix obtenues	Nombre de nominations correspondant
de 0 à 10 0/0	0
de 10 à 14.3	1
de 14.3 à 25	2
de 25 à 35	3
de 35 à 45	4
de 45 à 55.7	5
de 55.7 à 70	6

La liste C de son côté, aura toujours trois nominations, sauf lorsqu'une des deux autres réunira moins de 10 0/0 des voix ; dans ce cas, la liste C obtiendra un siége de plus.

On voit que l'exactitude est aussi rigoureuse qu'on peut le demander. La liste C obtient seulement un léger avantage, lorsque les voix données à l'une des deux autres se trouvent perdues, le nombre de ces voix n'étant pas suffisant pour emporter une nomination. Il est clair que dans ce cas, les listes principales doivent, en effet, bénéficier des sièges correspondant aux voix perdues.

J'ai étudié directement l'influence exercée sur la répartition des sièges par un certain nombre de voix perdues, en ayant soin de calculer le nombre des nominations revenant à chaque liste, proportionnellement, non plus au nombre total des voix émises, mais au nombre des voix *utiles*. Les résultats sont toujours de même nature. Pour en donner un exemple, supposons que, dans les mêmes conditions que plus haut, il y ait 20 0/0 de voix perdues ; voici le tableau qui s'établit dans ce cas.

Nombre de voix obtenues	Proportion au nombre des voix utiles	Nominations correspondantes
—	—	—
0 à 10 0/0	0 à 12.5 0/0	0
10 à 14.3	12.5 à 17.9	1
14.3 à 25	17.9 à 31.25	2
25 à 30	31.25 à 37.5	3
30 à 35.7	37.5 à 44.6	5
35.7 à 50	44.6 à 62.5	6

La liste C avec ses 30 0/0 de voix (35, 7 0/0 des voix utiles) aura comme plus haut trois ou quatre nominations ; elle en atteindra cinq, lorsque les deux autres listes, se répartissant à peu près également les 50 0/0 de voix restantes, seront toutes les deux au-dessous de 30 0/0. Cela tient à ce que les derniers sièges sont donnés à la majorité relative.

Il y a, du reste, un certain avantage à mieux asseoir une majorité peu accentuée.

Il ne faut pas croire, d'ailleurs, que pour arriver à une exacte répartition proportionnelle, il faille toujours donner à chaque parti le nombre de députés dont la proportion du chiffre de ses adhérents le rapproche le plus : deux, s'il a pour lui 15 à 25 0/0 du nombre des votants, trois, s'il en a de 25 à 35 0/0, etc., etc. Il est facile de voir qu'on arriverait ainsi à donner quelquefois un ou deux députés de plus ou de moins qu'il n'en revient à la circonscription, lorsque le nombre des adhérents des différents partis se rapprocherait de l'une ou de l'autre des deux limites. L'écart autour du nombre de voix mathématiquement proportionnel doit donc s'étendre quelquefois assez loin.

J'ai dû examiner également le cas où un même parti, au lieu de concentrer ses voix sur une seule liste, les disperserait sur plusieurs portant les mêmes noms dans un ordre différent. Il peut arriver, dans ce cas, que le même parti fasse passer plusieurs candidats dès le dépouillement de la première ligne, et il semble qu'il doit en résulter un avantage pour lui. Mais cet avantage disparaît aux dépouillements suivants. Les candidats élus ainsi étant évidemment les plus influents et les plus estimés de leur parti, leurs noms se retrouveront à la 2^me^ ou à la 3^me^ de presque tous les bulletins qui ne les auront pas portés à la première, et ne laisseront plus assez de voix libres pour faire passer de nouveaux candidats. J'ai fait à ce sujet une grande quantité de calculs qu'il m'est impossible de reproduire ici ; ils m'ont clairement démontré que pour arriver à obtenir ainsi un siége seulement de plus qu'il ne lui en revient, il faudrait qu'un parti pût faire dans la répartition des voix de ses adhérents, des prodiges de tactique complètement inexécutables avec un collége de plusieurs milliers d'électeurs.

Ce système de scrutin présenterait donc une supériorité incontestable sur ceux en usage actuellement, par l'exacte répartition proportionnelle sur laquelle il permet de compter d'une manière presque absolue. Mais ce ne serait pas là son seul avantage.

Le scrutin uninominal entraîne avec lui des luttes personnelles passionnées, en particulier dans les petites villes. La division pénètre dans la société, et même dans les familles. Au lieu de tendre vers la conciliation, on voit s'accentuer l'antagonisme des partis, et par suite, la tendance à reléguer au second rang l'intérêt général du pays. Le mode que nous proposons, étant un scrutin de liste, ne présente ce danger que dans une bien moindre mesure.

Le scrutin de liste ordinaire partage avec le scrutin uninominal un autre inconvénient. C'est celui d'obliger les électeurs à une discipline absolue, sous peine de voir leur vote rester inutile. C'est toujours entre

deux noms ou entre deux listes fixées d'avance par des comités que s'établit la lutte. Tout vote émis en dehors de ces premiers choix est une voix perdue. De là souvent le grand nombre des abstentions. L'électeur ne trouvant pas, parmi les noms présentés à son choix, ceux à qui il désirerait donner son suffrage, ne se dérange pas pour aller porter dans l'urne un bulletin qu'il sait devoir être inutile. D'autres, certains que la liste qui a leurs préférences obtiendra une forte majorité, ne se donnent pas la peine d'aller lui apporter une voix de plus.

Dans le système que nous proposons, au contraire, chaque électeur sera puissamment incité à prendre part à la lutte électorale. Les adhérents des partis peu nombreux, sachant qu'il suffit pour être élu au premier dépouillement, de réunir une assez faible fraction du nombre total des voix, auront l'espoir d'obtenir au moins une nomination en réunissant leurs votes pour porter le même nom en première ligne. Les adhérents des partis puissants n'auront plus seulement à faire prévaloir une liste de noms, dont ils connaissent quelquefois à peine la moitié, et pour lesquels cependant leur voix pèse du même poids; ils pourront, dans cette liste, faire un classement efficace et intervenir ainsi d'une manière plus personnelle dans le choix de leurs mandataires. La lutte deviendra donc plus intéressante pour tous, et les abstentions seront, par suite, plus rares.

De cette intervention plus effective des électeurs dans le choix des candidats, résultera un autre avantage important: c'est que le choix sera mieux fait. Lorsqu'une liste est composée par un comité peu nombreux, comme cela se passe forcément avec le scrutin de liste ordinaire, à côté des noms estimés et influents qui en font le succès, il s'en glisse toujours quelques-uns peu connus dans le pays, mais que des influences personnelles, des amitiés, des intrigues, des articles bruyants dans les journaux, font accoler aux autres. La liste faite, l'électeur est obligé de l'adopter en bloc, et ces noms passent à la faveur des premiers. Ce fait bien connu a été la base la plus sérieuse des attaques subies par le scrutin de liste, et on a baptisé ces candidats du nom de *remorqués*.

Il n'en sera plus de même lorsque dans les listes présentées par les comités, chaque électeur pourra faire lui-même son triage, et mettre en première ligne les noms qu'il préfère. Pour peu que les partis opposés enlèvent quelques nominations, les premiers noms seuls passeront, et les *remorqués*, relégués au dernier rang, resteront sur le carreau.

On verra ainsi l'accès du Parlement ouvert à des hommes de haute valeur, assez estimés dans la contrée qu'ils habitent pour être portés en première ligne par leurs concitoyens, mais ayant une notoriété trop peu étendue pour obtenir la majorité des suffrages dans un département.

Les électeurs ne pourront accueillir que favorablement un système qui leur donnera une action plus directe sur le résultat des élections. Ils auront ainsi plus de liberté et une plus grande compétence dans le choix de leurs mandataires.

Rien n'empêchera cependant l'emploi des listes imprimées, qui simplifient de beaucoup les opérations électorales. D'après le résultat de tous les calculs dans les hypothèses les plus diverses, la plus sûre tactique pour un parti sera encore de se grouper autour d'une liste unique. Ce sera au comité à la composer avec assez de tact pour qu'elle entraine la grande majorité du parti, et subisse le moins de modifications possible.

Une seule objection peut être faite à ce système : c'est que le dépouillement des votes sera un peu plus long que dans le scrutin de liste ordinaire. Nous ferons observer tout d'abord que cet inconvénient fût-il beaucoup plus marqué qu'il ne le sera en réalité, il trouverait une ample compensation dans cette considération qu'il n'y aura jamais lieu d'avoir recours à un second tour de scrutin. Il y aurait tout avantage à demander le premier jour aux scrutateurs un peu plus de travail, pour les dispenser d'avoir à recommencer quinze jours plus tard, en dérangeant de nouveau tout le corps électoral.

Mais il est même permis de croire que cette difficulté n'en est pas une, et qu'on pourrait arriver facilement à faire le dépouillement à peu près aussi vite que pour le scrutin de liste ordinaire. Quelle différence y aurait-il, en effet ? Tout simplement qu'à l'appel des noms portés sur les bulletins manuscrits, ou sur les groupes de bulletins imprimés semblables, les scrutateurs, au lieu d'inscrire les voix toujours à la suite, en dessous de chaque nom, les inscriraient successivement sur un premier, puis un second, puis un troisième, etc., etc., groupe de lignes préparées à l'avance et correspondant au premier, au second, au troisième, etc., rang sur le bulletin.. L'opération n'en serait nullement allongée. Le seul travail supplémentaire, c'est qu'il faudrait faire plusieurs additions partielles pour chaque candidat, au lieu d'une seule plus longue. Or le temps nécessaire pour ces petites opérations est peu considérable relativement à celui qu'exige le dépouillement lui-même. L'ensemble du travail ne serait donc allongé que dans une faible proportion. On ne peut faire entrer sérieusement en ligne de compte le petit surcroît de calculs très-simples que l'on aurait à faire, en face des avantages d'une tout autre portée qui en résulteraient pour la valeur du scrutin lui-même.

M. P. VIAL

Agent principal de la Compagnie générale transatlantique.

ORGANISATION RATIONNELLE DE L'ADMINISTRATION DES COLONIES (1)

(EXTRAIT.)

— *Séance du 26 août 1878.* —

S'il suffisait naguère de gouverner, ou plutôt d'exploiter les colonies au point de vue très étroit des intérêts de la métropole, cela ne suffit plus maintenant; il faut désormais tenir compte des intérêts, des besoins et des aspirations de tous les habitants des colonies, sous peine d'agitations et de révoltes chaque fois que la métropole se trouve embarrassée dans une crise ou dans un danger quelconque : témoin l'Algérie en 1871, et l'Inde en 1858.

En fait de procédé de colonisation dans un pays nouvellement conquis, on peut citer comme modèle la marche adoptée par l'amiral de la Grandière en Cochinchine.

Un même système ne saurait, d'ailleurs, convenir à toutes les colonies ; chacune réclame souvent une organisation distincte. Les Anglais, qui ont environ une quarantaine de colonies, leur ont octroyé à peu près autant de constitutions différentes, sans qu'on puisse dire pour cela qu'ils ont réussi à prévenir toute révolte.

Il serait nécessaire d'avoir en France un Conseil supérieur des colonies siégeant auprès du ministre des colonies et ayant des attributions semblables à celles du Conseil d'Etat en matières coloniales, mais avec plus d'initiative. Il examinerait et rédigerait les projets de lois et de règlements concernant les colonies; les pétitions des colons lui seraient soumises, et ses rapports seraient adressés aux Chambres. Mais il ne pourrait intervenir dans les détails de l'administration intérieure de chaque colonie, qui seraient réservés aux administrations locales. Les éléments de ce Conseil supérieur des colonies seraient recrutés parmi les colons, les administrateurs, les magistrats, les militaires, les prêtres, les médecins qui ont vécu dans nos possessions lointaines. Ils seraient nommés par le gouvernement, sur la proposition du ministre de la marine.

Une Commission supérieure, composée des sénateurs, des députés des colonies et de plusieurs officiers généraux, a déjà été nommée pour réviser le régime militaire aux colonies. L'œuvre de cette Commission sera un premier pas, sans doute, vers la révision complète du régime colonial.

En attendant, on peut résumer ainsi le but de toute bonne administration coloniale :

Rechercher le développement de la population, de la moralité et du bien-être dans les colonies.

(1) Le travail *in extenso* a paru dans la *Bibliothèque coloniale et maritime*. Challamel, éditeur à Paris.

Le principal moyen pour atteindre ce but est l'assimilation par l'instruction. En outre, les habitants et les gouvernants de la métropole doivent faire tous leurs efforts pour bien connaître leurs colonies, et en même temps pour initier à leur langue, à leurs idées et à leurs mœurs les habitants des possessions lointaines.

En n'y comprenant pas l'Algérie, nos colonies de Cochinchine, des Antilles, du Sénégal, de l'Inde, de la Guyane, de l'océan Pacifique et de Terre-Neuve, comptent ensemble près de 2,500,000 habitants. L'ensemble de leurs budgets représente 34 millions de francs, dont 14 millions pour la Cochinchine seule. En outre, l'État dépense pour leur entretien et leur protection plus de 20 millions, sans compter 6 millions pour le système pénitentiaire, et non compris les dépenses militaires du service maritime aux colonies. Les dépenses totales faites aux colonies ou pour les colonies, pour leur garde et leur administration, s'élèvent à 71 millions, non compris les budgets des municipalités. Cette somme considérable est administrée avec une rigoureuse probité, mais non pas employée aussi utilement qu'elle pourrait l'être si le gouvernement était mieux renseigné et guidé par un plus grand esprit de suite.

DISCUSSION

M. Hippeau s'associe complétement aux réflexions très-judicieuses de M. Vial ; il pense que ce dernier est dans le vrai, mais il est triste, selon lui, de reconnaître que presque partout les conquérants ont fait le contraire et que le plus fréquemment, pour ne pas dire toujours, ils ont montré peu de dispositions à assimiler les populations conquises et à les instruire. En Amérique, par exemple, on semble n'avoir qu'un seul et unique but : l'extermination. Il y a toutefois des pays où l'on a compris combien ce régime était vicieux ; au premier rang il convient de citer la République Argentine. Ce petit pays qui n'est pas très-peuplé était, il y a quelques années, en contact avec plus de 100,000 Indiens résidant sur les frontières et disposés à se livrer à tous les excès ; pour mettre un terme aux pillages et aux ravages on a imaginé de constituer sur les frontières des villages et d'y attirer les indigènes. Tout d'abord on a créé des écoles pour les instruire. De grands résultats ont été ainsi obtenus ; les jeunes enfants ont quitté leur existence nomade et ils sont devenus de vrais citoyens de la République Argentine ; au lieu d'être entourée de 100,000 ennemis cette dernière voit de jour en jour diminuer le nombre de ces sauvages et s'assimile une population de plus en plus nombreuse. A présent on compte plus de 10,000 Indiens assimilés aux habitants de la République.

M. Nottelle après avoir recommandé le commerce avec les indigènes comme un excellent moyen de civilisation, proteste contre la tendance actuelle de demander des colonies à la conquête.

M. Vial reconnaît que l'on peut abuser du droit de conquête, mais il ajoute que l'on ne peut dire que toutes les colonies ont été acquises par suite d'un vain désir de conquête, car il est des cas où un peuple peut être absolument obligé de s'établir sur un point déterminé.

M. Loyson ne méconnaît pas les grands résultats que l'on est en droit d'at-

tendre de la diffusion de l'instruction parmi les populations conquises, mais il faut avoir soin d'éviter tout ce qui pourrait sembler une tentative de conversion religieuse. Il ne faut pas que sous prétexte d'instruction on se livre à une propagande religieuse et que, comme il l'a vu faire, on demande à de jeunes enfants venus d'Algérie d'abandonner leurs croyances. Cette pratique ne saurait aboutir à des résultats bien certains; de plus elle a le grand tort de mécontenter et d'irriter les indigènes.

M. PETITON

Ingénieur-conseil des mines de Champleix-Vendes.

NOTE SUR L'APPLICATION DU TARIF CONVENTIONNEL EN MATIÈRE DE FERS IMPORTÉS

(EXTRAIT.)

— *Séance du 27 août 1878.* —

Aux termes du tarif conventionnel actuellement en vigueur (1), les fers finis, laminés, en barres, rails, etc., paient un droit de 6 francs par 100 kilog., soit 60 francs la tonne. Les fers bruts en massiaux ou prismes, retenant encore des scories, paient 4 fr. 50 par 100 kilog., soit 45 fr. la tonne.

Il résulte de ces dispositions que les auteurs du tarif ont classé les fers en deux catégories au point de vue des droits de douane : d'une part, les fers finis; d'autre part, les fers bruts, et qu'ils ont entendu frapper les fers finis d'un droit supérieur à celui des fers bruts. Mais que doit-on entendre par fer fini et par fer brut? Est-ce la forme, la consistance ou l'apparence extérieure qu'il faut envisager? A ne considérer que les termes du tarif, il semblerait au premier abord que ce soit la forme. Les fers se présentent-ils sous forme de massiaux ou de prismes, c'est-à-dire de blocs plus ou moins informes, ils doivent être taxés comme fers bruts. Ont-ils, au contraire, subi une modification de forme quelconque; ont-ils, par exemple, été étirés en barres au laminoir, il faudrait les taxer comme fers finis au droit de 60 fr. Mais dans le commentaire officiel du tarif, note 6, on lit : « C'est moins la forme des » fers que la présence ou absence des scories qui détermine le classement » des produits. Des fers, même en massiaux ou prismes, devraient être assu- » jettis au droit des fers en barres, s'ils étaient purgés de scories; tandis que » des fers passés au cylindre, mais non purgés de scories, suivraient le régime » des massiaux ou prismes retenant encore des scories. — Les fers contenant » encore des scories se distinguent par un aspect inégal, rugueux et criqué. »

(1) Cette note était écrite en 1878.

Ce commentaire dissipe toute espèce de doute sur le sens de la distinction établie par le tarif.

La différence entre les deux classes de fer, telle que l'on vient d'en préciser le sens, est très-marquée et d'une application facile.

Les fers finis soumis au droit de 60 francs par tonne, sont parfaitement soudés; leurs arrêtes sont vives et ne présentent ni criques, ni rugosités, ni pailles; en un mot, ils sont propres, dans l'état où ils se trouvent, à être livrés au commerce. Au contraire, les fers auxquels s'applique le droit de 45 francs sont des matières encore à l'état brut; ils ont toujours besoin d'une préparation complémentaire pour leur donner la forme et les dimensions exigées par le commerce. Que ce soient des massiaux ou des billettes, peu importe; ils présentent tous le caractère commun d'être d'aspect inégal et rugueux; ce n'est qu'une ébauche sortant de l'état de fonte et qui pour devenir propre à la consommation doit passer par le feu de la forge et être soumise à un nouveau travail.

Les fers importés par l'industrie métallurgique française, et provenant en général de la Suède, appartiennent à cette seconde catégorie. Pendant longtemps le caractère de fers bruts ne leur a pas été contesté; mais récemment l'Administration des douanes a soutenu qu'ils devaient être assujettis au droit de 60 francs. La question a été soumise aux commissaires experts institués par le Ministre du commerce. Autrefois ces commissaires statuaient, pour les fers de Suède, dont l'importation en France est considérable, sans autre élément d'appréciation qu'un seul échantillon prélevé par le service des douanes à la gare frontière dans un lot très-souvent considérable; aujourd'hui, conformément au décret du 4 mars 1878, ils entendent contradictoirement deux experts, l'un nommé par l'Administration, l'autre par l'importateur, mais toujours après examen d'un seul échantillon.

Depuis le décret du 4 mars 1878 comme auparavant, les commissaires ont varié dans leurs appréciations sur la catégorie dans laquelle devraient être rangés les fers importés, décidant tantôt pour, tantôt contre les déclarations des maîtres de forges, suivant que les fers leur paraissaient contenir plus ou moins de scories, mais sans observer aucune règle fixe. C'est pour faire cesser ces divergences que la difficulté a été soumise au Comité consultatif des Arts et Manufactures, et à ce propos, l'Administration a émis des prétentions qui tendraient à modifier notablement la portée de la classification adoptée par le législateur. Il importe de démontrer l'inexactitude de ces prétentions.

Il est un point, tout d'abord, qu'on ne saurait sérieusement contester, c'est que des fers ne peuvent être rangés dans la première classe par cela seul qu'ils ont perdu leur forme primitive de massiaux ou de prismes; la présence des scories, révélées comme l'indique le commentaire du tarif, suffit pour qu'il y ait lieu d'appliquer le tarif réduit de 45 francs par tonne.

Mais il s'est produit un autre système consistant à établir des sous-divisions dans la catégorie des fers retenant des scories, à distinguer entre ceux qui en retiennent plus ou moins, soit à la surface, soit dans toute la masse, les fers dont les scories ne sont qu'extérieures devant, d'après l'Administration, être considérés comme fers finis et soumis au droit de 60 francs.

Ce système repose sur une distinction inadmissible à tous égards. D'abord il ne concorde pas avec le texte du tarif; le droit de 45 francs y est applicable aux fers bruts *retenant* des scories. Or, un morceau de fer retient des scories, bien que celles-ci n'existent qu'à la surface, et ce qu'il s'agit d'appliquer, ce sont les termes du tarif, et non les termes plus ou moins étudiés, plus ou moins exacts du commentaire. En second lieu, si les fers bruts paient 45 francs la tonne alors que les fers finis paient 60 francs, c'est que les fers bruts, avant d'être livrés au commerce, ont à subir un travail complémentaire qui a pour résultat un déchet considérable, c'est qu'il importait de réserver ce travail aux ouvriers français et d'indemniser les maîtres de forges français du déchet qu'il entraine. Le système de l'Administration est donc contraire à la lettre du tarif et à son esprit.

On suppose, sans doute, dans le système de l'Administration, que pour soustraire au droit de 60 francs des fers qui auraient été travaillés et façonnés à l'étranger, il suffirait de donner à la masse intérieure du fer le fini nécessaire, en ayant soin de laisser subsister à la surface quelques traces de scories, qu'un simple coup d'ébauchoir ferait disparaître.

Une telle crainte, si elle a été conçue, doit être écartée comme chimérique. Nous reconnaissons volontiers que dans un certain nombre de massiaux étirés en barres aux cylindres ébaucheurs il peut y avoir plus de scories à la surface qu'à l'intérieur, les scories étant d'autant plus facilement expulsées que le fer soumis à la compression est plus échauffé, et le centre d'un massiau de fer qui a passé à la forge se refroidissant moins vite que la surface. C'est là un effet mécanique involontaire et qui ne procède d'aucune pensée de fraude. Mais ce que nous ne saurions concéder, c'est que des fers soient finis dans leur masse intérieure et qu'on leur laisse intentionnellement, pour passer la frontière française, un revêtement extérieur, d'aspect rugueux, pouvant facilement être détruit en France sans exposer de nouveau le fer au feu de la forge. La supposition n'est pas seulement blessante pour l'industrie étrangère, la fraude serait impraticable. L'enlèvement des scories maintenues intentionnellement à l'extérieur du fer pour lui donner l'apparence de produits bruts nécessiterait un travail des plus pénibles et des plus coûteux; il donnerait lieu, en outre, à des déchets considérables. L'expérience a été faite; elle est décisive. Une barre, choisie parmi les moins chargées de scories dans un lot importé, et qui, dans le système de l'administration, devait être considérée comme un produit façonné à l'étranger, a été soumise à l'action d'une raboteuse. Pour la débarrasser des rugosités, des pailles et des criques, mais sans parvenir à lui donner la perfection du fer marchand, il a fallu faire perdre à cette barre un cinquième de son poids et dépenser 27 fr. 92 c. en main-d'œuvre. Ce qui prouve que les scories de la surface du fer ne sauraient être enlevées au rabot; il serait toujours nécessaire, pour compléter le travail de façonnement, de soumettre de nouveau les fers au travail de la forge. Mais les frais de cette opération pour 1,000 kilog. ne peuvent être évalués à moins de 70 francs : c'est ce qu'il faudrait dépenser pour s'assurer une réduction de 15 francs sur les droits de douane!

On s'est demandé également s'il ne serait pas possible que des fers finis, c'est-à-dire purgés de scories dans toute leur masse, soient saupoudrés de rési-

dus, au moment où ils passent, encore échauffés, dans le cylindre ébaucheur, de telle sorte que ces résidus, comprimés par le cylindre, adhèrent à la surface du fer fini et lui donnent l'apparence du fer rugueux chargé de scories extérieures qu'une manipulation très-simple ferait disparaître en France. Ce procédé n'est pas plus praticable que celui qui consisterait à laisser, par un martelage incomplet, des scories à la surface; il serait, de plus, très-facile à dévoiler, parce que les scories n'adhéreraient au fer que d'une manière inégale et par plaques, en admettant qu'elles pussent être lancées contre les parois échauffées du fer dans le moment si rapide de son passage au travers du cylindre. L'enlèvement de ces scories pénétrant inégalement la surface serait difficile et coûteux. Ce système n'aboutirait qu'à altérer le fer et ne procurerait aucun bénéfice : il faudrait toujours, pour rendre ce fer marchand, le faire passer à la forge.

Il suffit d'examiner avec attention les fers importés comme fers bruts pour se convaincre que les pailles et les rugosités de la surface font corps avec la masse du métal. Aussi n'existe-t-il nulle part à l'étranger un mode de fabrication destiné à dissimuler le fini du fer, de même qu'on ne possède aucun moyen pratique de faire disparaître les scories qui auraient été laissées à l'extérieur des produits pour leur donner les apparences du fer brut. La diversité même des hypothèses émises pour expliquer par la fraude que certains fers, présentent dans leur masse centrale un bel aspect, tout en retenant des scories à la surface, alors que cette circonstance peut résulter de la qualité du fer et des effets naturels de la fabrication, montre bien qu'aucune de ces hypothèses n'est justifiée.

La distinction proposée ne repose donc sur aucun fondement, et l'on doit, en se tenant aux termes du tarif et de son commentaire, reconnaître que la présence des scories doit toujours autoriser les importateurs à réclamer l'application du droit de 45 francs.

Cette solution n'est pas seulement conforme aux dispositions du tarif, sainement interprété; elle n'est pas seulement d'une application simple, sûre et prompte; l'intérêt du travail national exige impérieusement qu'elle soit admise. Le droit de 60 francs par tonne ne peut se justifier qu'autant qu'il s'agit de fers finis; c'est un véritable droit prohibitif. Si on l'appliquait aux fers qui ont besoin encore de passer par les forges françaises avant d'être livrées au commerce, le travail complémentaire de main-d'œuvre que le législateur avait entendu réserver à l'industrie nationale lui serait enlevé.

Certains importateurs français sont persuadés que les difficultés d'application des tarifs aux fers importés en France tiennent au mode d'expertise employé pour la vérification. Les commissaires, opérant loin du lieu d'entrée des marchandises, n'ont jamais eu sous les yeux que des pièces isolées, extraites par la douane à titre de spécimens des lots contestés. Mais les barres de fer qui composent un même lot sont loin d'être semblables, la proportion des scories qu'elles retiennent varie de l'une à l'autre, et cela se conçoit si l'on se rend compte des conditions dans lesquelles a lieu le premier travail pour la transformation de la fonte en blocs de fer. D'autres causes encore concourent à donner aux loupes une consistance ou une qualité différente, notamment la diversité des matières premières, la marche variable des fours, le plus ou moins d'ha-

bileté de l'ouvrier, etc. On peut ajouter que dans les cas où l'appréciation des commissaires a été défavorable aux importateurs, les barres prises comme types par la douane avaient été presque toujours choisies parmi celles qui offraient le plus de ressemblance avec le fer fini.

Les importateurs estiment que c'est l'ensemble du lot qu'il faut considérer. Il serait très-désirable qu'il pût être tout entier soumis à l'examen des commissaires, et, par suite, que la vérification fût faite, non à Paris, mais au lieu d'arrivée des fers importés, par une expertise sur place, semblable à celle qui est usitée pour les marchandises taxées *ad valorem*. Cette mesure supprimerait de nombreux conflits et régulariserait l'application des deux espèces de droits établis par le tarif sur les fers importés.

M. Georges RENAUD

Directeur de la *Revue géographique internationale*, attaché au cabinet du Ministre des finances.

MANIÈRE DONT LA DÉFENSE DU LIBRE ÉCHANGE DOIT ÊTRE COMPRISE AU POINT DE VUE ÉCONOMIQUE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 27 août 1878.* —

M. G. Renaud débute par constater le mouvement protectionniste qui s'est produit dans ces derniers temps; il déclare qu'il est grand temps de songer à la défense de la liberté commerciale. Cela est d'ailleurs d'autant plus nécessaire que, dans ces derniers temps, les économistes se sont beaucoup trop abstenus et n'ont pas assez fait pour réveiller l'opinion publique, pour combattre les théories protectionnistes renaissant dans les grands centres industriels et commerciaux et même parmi les agriculteurs. Dans la lutte qui doit s'engager incessamment, il convient de mettre de côté toutes les questions d'intérêt particulier ou d'intérêt local; il faut que les initiateurs du mouvement prennent en main les principes. Ce qu'il importe de montrer, c'est que le résultat de la protection est de faire acquitter non-seulement un impôt au fisc, mais aussi un impôt aux producteurs, c'est que la majorité des citoyens est intéressée à la destruction des barrières et que les arguments des protectionnistes sont dictés soit par une bien grande ignorance, soit par des erreurs volontaires bien coupables. Il ne faut pas négliger les effets bienfaisants de la réforme opérée en 1860 et conclure hardiment que si, pour le moment, on doit conserver les tarifs actuels, l'on doit repousser toute aggravation de droits.

DISCUSSION

M. Lescarret ne peut pas laisser passer sans protestation les paroles de M. Renaud, relativement à la prétendue indifférence des économistes pour la défense du libre échange. A Bordeaux, par exemple, il n'est pas de questions qui aient donné lieu à autant d'articles, de discours, etc., que celles qui se rattachent à la liberté commerciale. Ne sait-on pas d'ailleurs que pour Bordeaux cette dernière est indispensable? Passant à un autre ordre d'idées, M. Lescarret affirme que la meilleure manière de combattre les théories protectionnistes,c'est d'enseigner l'économie politique dans les écoles normales, les écoles primaires supérieures, et les écoles primaires, pour lesquelles quelques principes fondamentaux suffisent.

M. Bouvet, de son côté, cite tous les efforts tentés à Lyon en vue de la défense du libre échange ; il comprend d'autant moins les observations de M. Renaud que ce dernier a concouru pour le prix que la Société d'économie politique entendait décerner à un ouvrage élémentaire d'économie politique. Cette société a fait tirer à un grand nombre d'exemplaires les ouvrages de MM. Pierret et Rozy, couronnés par elle, et les a fait distribuer libéralement aux enfants des écoles primaires. Ces enfants sont peut-être un peu trop jeunes pour comprendre tous les développements que contiennent ces ouvrages, mais on peut être sûr que le profit n'est pas perdu, car le livre est certainement lu par le père de l'enfant.

M. Renaud répond qu'il ne méconnait pas les efforts réalisés à Bordeaux et à Lyon ; il y a eu des tentatives, sans doute, mais elles ont été isolées et sans grands résultats.

M. SAINT-MARTIN

Ancien capitaine au long cours, à St-Jean de Luz.

SUR LA MARINE MARCHANDE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 28 août 1878 —

M. Saint-Martin recherche à quelles conditions un bâtiment peut naviguer à des conditions fructueuses : il fait voir que ce n'est qu'à l'aide de grands navires à voiles ou à vapeur, et d'un creux aussi grand que la stabilité et la profondeur des ports le permettent, qu'on peut transporter la marchandise à bas prix, ou en rendre le fret rémunérateur. Il demande, en outre, des règlements plus sévères, qui auraient pour but de diminuer le nombre des sinistres et de veiller à la manière de charger les navires. M. Saint-Martin invoque sur ce point l'exemple de l'Angleterre où pourtant le principe de la liberté du commerce est poussé jusqu'à ses dernières limites. Nul cependant chez nos voisins

ne se plaint de ces règlements, car il est impossible de ne pas admettre une surveillance destinée à sauvegarder l'existence de matelots qui se confient à un navire dont ils sont hors d'état de vérifier le degré de navigabilité.

DISCUSSION

M. Droz, après avoir annoncé qu'il accepte parfaitement les conclusions de M. Saint-Martin, déclare qu'il abandonne la théorie des primes à la marine marchande, qu'il avait soutenue l'année dernière au congrès du Havre, et qu'il se prononce maintenant pour le principe de la liberté.

M. Lescarret, tout en se proclamant libre échangiste, soutient qu'en présence de l'état d'infériorité de notre marine, il y a lieu d'accorder des primes; il ne croit pas d'ailleurs que ce soit une forme nouvelle de la protection et que les principes s'opposent à ces allocations. Relativement aux règlements, comme il comprend que l'industrie des transports maritimes n'est pas une industrie ordinaire, il admet parfaitement la possibilité de dispositions particulières, mais à la condition que ces dernières aient simplement pour but de protéger la vie des matelots et des passagers. En revanche, il se prononce nettement contre les règlements qui n'ont point ce caractère (et l'on en compte beaucoup), contre les visites qui n'ont aucun objet, si ce n'est de faire payer des droits, etc.

M. Bayssellance reconnait qu'il y a certainement des règlements inadmissibles; mais pour la plupart, selon lui, ils méritent d'être conservés, car ils ont leur utilité et leur raison d'être. Abordant la question des primes, il démontre qu'elles sont nécessaires pour empêcher la perte d'une industrie aussi indispensable que l'est notre marine marchande. Relativement à la manière de se procurer les sommes nécessaires, il croit que l'on devrait faire comme les Anglais, imposer des droits sur les docks, sur les quais, etc., et affecter une partie des sommes ainsi obtenues (30 millions au moins) aux primes et aux travaux à effectuer dans nos ports.

M. LESCARRET

Ancien Président de la Société philomatique de Bordeaux, Professeur d'économie politique de la Chambre de commerce.

LA SOCIÉTÉ D'ÉPARGNE ET DE PRÉVOYANCE DE BACALAN, OU MOYEN POUR LES OUVRIERS D'AMÉLIORER LEUR CONDITION.

— Séance du 29 août 1878. —

Je n'ai pas la pensée d'imposer à votre attention la solution de quelque problème obscur que renferme encore la science économique.

Pour chacun de nous le temps est mesuré. Les études théoriques doivent se faire dans le calme, et ici nous sommes au milieu de l'action et du mouvement.

L'industrie vous présente les résultats acquis, les progrès accomplis. Dans l'ordre des idées et des faits moraux, c'est aussi le résultat d'une expérience que je viens exposer.

Pour tout homme qui ne reste pas indifférent au sort de ses semblables, il est certain qu'il y a dans la société une classe qui excite plus particulièrement la sollicitude : c'est la grande famille des prolétaires ou des travailleurs qui vivent d'un salaire quotidien sans aucune réserve antérieure.

Y a-t-il dans ce milieu si dénué de ressources, si imprévoyant, y a-t-il un moyen simple, facile et SUR de faire arriver *ceux qui le veulent* à la possession d'un capital, à l'amélioration graduelle de leur sort ??

Ce moyen existe, et j'ai la conviction qu'en le généralisant on pourrait, dans quelques années, modifier dans un sens favorable la situation, l'esprit et les mœurs (car tout se tient) de la grande famille ouvrière.

Il est bien entendu que le moyen que je vais vous exposer n'a rien d'empirique, ni rien d'absolument nouveau.

On n'améliore pas le sort des travailleurs sans leur participation, et les grands ressorts de cette amélioration, le *travail* et *l'épargne*, sont depuis longtemps dans le domaine public ; personne ne peut raisonnablement en réclamer l'invention.

Mais on peut, par des combinaisons plus ou moins heureuses, faciliter le jeu de ces deux ressorts, en accroître la puissance, et en recueillir plus ou moins bien les fruits.

Mais j'ai promis de faire le moins possible de théorie, et d'apporter surtout le résultat pratique d'une expérience tentée dans le domaine des faits moraux et économiques.

Vous me pardonnerez si je parle de *moi*, c'est la nature du sujet qui m'en fait une obligation.

En 1873 par diverses circonstances inutiles à rappeler, j'avais été conduit à faire quelques conférences dans le quartier de Bacalan. C'est le faubourg St-Antoine de Bordeaux, le quartier des ateliers, des salariés attachés aux usines, — et le foyer du socialisme ! c'est ainsi du moins que le jugeaient les riches commerçants des quais ou de la place de la Bourse.

Les chantiers de l'Océan venaient de liquider, des centaines de familles étaient restées quelque temps sans travail ; la misère était grande, et, avec la misère, les excitations qui aigrissent les cœurs et font germer l'envie et la haine à l'égard de ceux que le sort a favorisés.

C'est à ce moment et dans ce milieu que je vins planter ma tente.

L'expérience, comme vous le voyez, était bien significative. Parmi ces ouvriers un grand nombre étaient employés à la faïencerie de MM. Vieillard ; leurs salaires étaient en moyenne de 2 fr. 50 c., 3 francs au plus ; les femmes et les enfants gagnaient quelques petites journées.

Tout cela était pauvre, quelques-uns misérables; tous absolument sans ressources, et (ce qui était encore bien plus décourageant) sans espoir ni souci du lendemain.

Prêcher l'épargne dans ce milieu, cela semblait une dérision. Je le fis obstinément, courageusement, mais sans beaucoup de succès.

Après plusieurs séances, par lassitude plutôt que par conviction, une douzaine consentirent à signer l'acte d'association, dont voici les bases essentielles.

Ces bases n'ont rien de surprenant ni de merveilleux; aussi pour exciter d'avance votre intérêt, j'aime mieux tout de suite vous faire connaître ce résultat.

La Société d'épargne et de prévoyance de Bacalan compte aujourd'hui 200 familles qui profitent des avantages qu'elle procure. Le capital réalisé est environ de 12,000 francs, qui appartiennent individuellement à chaque associé, par fractions variant de 10, 50, 100 jusqu'à 200 francs, etc., et qui appartiennent en totalité, peut-on dire, à chacun, car tous jouissent de la sécurité, des garanties et, si ce n'était trop ambitieux, de la *puissance* que la Société trouve dans la possession de ce capital.

Assurément, pour un banquier, pour un grand commerçant 12,000 francs c'est peu de chose. Mais tout est relatif dans ce monde; et, pour apprécier l'importance de cette somme, il faut ne pas perdre de vue le point du départ, ni le milieu dans lequel cette *force* (j'entends ce capital) a été amassée. Le capital est si bien une force, que ces 200 familles, qui se surveillent, se contrôlent, obtiennent tous les objets de consommation à 15 0/0 au-dessous des prix courants, avec toutes les garanties de qualité et de poids, sans compter tous les autres avantages qu'elles peuvent raisonnablement espérer, car aucune combinaison plus ingénieuse et plus fructueuse ne leur est interdite.

C'est le moment d'expliquer par quel mécanisme simple ce résultat relativement considérable a été obtenu.

Il y a sans doute dans la Société de Bacalan les caractères essentiels de la *coopération*, forme sociale qui est trop connue pour que j'aie à l'expliquer devant vous; mais ce que je veux faire connaître ce sont les points par lesquels cette Société diffère de la coopération, car je suis convaincu que c'est précisément à ces différences qu'est dû le succès que tant de causes semblaient rendre à peu près impossible.

Jusqu'ici on a eu soin, en créant une Société coopérative, de lui donner à l'origine un but déterminé; c'est ainsi que nous avons des sociétés de *consommation*, des sociétés de *crédit* et des sociétés de *production*; ce sont les trois formes les plus générales. D'abord cette énumération est incomplète. Qui peut dire surement ce qu'on fera avec un capital formé? Mais il y a un autre inconvénient grave à tracer ainsi à l'avance le

cercle dans lequel on devra se mouvoir. La coopération ne renferme pas en elle-même et par elle-même une vertu fécondante; ce n'est jamais qu'une forme donnée à l'épargne, une excitation au travail et à l'économie, et cette forme donnée à ces forces créatrices ne produit de résultats qu'autant qu'elle répond aux besoins des associés. Or, ces besoins comment les délimiter *a priori*, lorsqu'on ne sait même pas encore quels seront les membres qui feront partie de la société?

Supposez, par exemple, qu'on forme une société de consommation dans un milieu où tous les associés se trouveraient relégués dans des quartiers déjà pourvus de toutes les choses nécessaires à la vie, à des prix raisonnables, la Société, dans ce cas, n'aura évidemment pas d'objet; c'est un mécanisme qui s'agitera dans le vide.

J'en dirai autant si, dès l'origine, on forme une Société de crédit et d'avances; il se peut que les associés attachés à une manufacture ou à une usine n'aient pas besoin pour eux d'outillages, de matières premières. Le crédit dans ce cas ne leur est pas nécessaire, et s'ils en usent ce sera pour retirer les fonds, c'est-à-dire pour revenir au point de départ.

Ce sont ces considérations qui me déterminent à ne prévoir à l'avance qu'une seule chose : la formation d'un capital au moyen de petits versements, par quinzaine, laissant à la Société elle-même le soin de chercher plus tard l'emploi qu'elle fera de ce capital.

Toute l'économie de cette utile réforme se trouve renfermée dans l'article 1er, qui est ainsi conçu :

« Il est formé entre les soussignés et ceux qui adhéreront aux présents statuts, sous les conditions plus bas édictées, une Société civile sous la dénomination de : « Société d'épargne et de prévoyance de Saint-Remi », dans le but d'établir entre les ouvriers, employés et industriels de Bacalan, des liens de solidarité, afin d'arriver par le travail, l'épargne et l'excitation mutuelle à une vie régulière, à la constitution d'un petit capital dont l'emploi sera déterminé par les statuts et par l'assemblée générale. »

Faire des hommes qui comptent sur eux mêmes ; leur faire comprendre ce qu'ils peuvent par un effort de leur volonté; leur montrer que ce capital qu'ils convoitent, il dépend d'eux de l'atteindre; n'est-ce pas un but ?

Pour être admis à poursuivre ce but, il ne fallait pas que les obstacles fussent d'abord trop grands. Si j'avais exigé que les postulants fussent porteurs d'un titre de rente, il est probable que je n'aurais pas eu beaucoup d'adhérents. Aussi je bornai mes prétentions à une modeste pièce de cent sous. Oui, avec cinq francs, un peu de volonté et de moralité, et l'obligation de verser chaque quinzaine 50 centimes au minimum, on peut devenir membre de cette Société.

Aujourd'hui, cette Société est une puissance; elle dicte ses lois.... aux fournisseurs; elle traite d'égal à égal avec le gros commerce; comme Perrette, elle peut tout rêver, sinon tout atteindre. 12,000 francs dans trois ou quatre ans, c'est 20, 30, 100,000 francs dans 6 ans, 10 ans, 15 ans.

Cette conception si simple qui consiste à ne prévoir, au début, que la formation du capital, laissant aux associés le soin d'en déterminer l'emploi suivant leur besoins, le milieu dans lequel il se trouvent placés, a un autre avantage très-précieux que je tiens à faire ressortir.

Chaque associé n'est pas seulement coopérateur, il est *créateur*, et il s'intéresse d'autant à son œuvre. Lorsqu'il aura décidé après examen et discussion, qu'il y a intérêt pour le plus grand nombre, à traiter avec des fournisseurs à prix réduit, ou bien encore à acheter directement en gros, ou à fabriquer quelques produits essentiels comme le pain, par exemple, il fera tout pour que cette mesure réussisse et qu'elle porte des fruits.

Je ne peux expliquer que par la simplicité et l'énergie de ces ressorts, le succès de cette Société, formée dans le milieu et avec les éléments défavorables que je vous ai dépeints, et j'ai cru devoir soumettre le résultat de cette expérience au congrès scientifique, non par amour-propre d'auteur, mais parce que je suis convaincu qu'il y a là pour les ouvriers un moyen infaillible d'améliorer leur condition et d'augmenter graduellement leur bien-être.

L.-L. VAUTHIER

Conseiller municipal de la ville de Paris.

DE LA GRATUITÉ DES VOIES DE TRANSPORT.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. VAUTHIER pose en principe que tout individu qui reçoit un service spécial de la communauté doit le payer; ce n'est que par dérogation spéciale qu'il peut en être affranchi, mais ces dérogations sont essentiellement des *questions d'espèce*. Néanmoins, la communauté et les groupes qui la constituent ont de jour en jour une tendance marquée à étendre le nombre et le champ

de ces dérogations, mais cela ne se fait que suivant certaines règles logiques et toujours dans la mesure des ressources disponibles. L'usage des routes est gratuit; c'est le minimum des moyens de circulation que la collectivité a cru devoir mettre à la disposition de ses membres. Encore pour les routes départementales et les chemins vicinaux, les départements et les communes ont-ils dû contribuer largement. De plus, les routes ont l'avantage technique de pouvoir se réduire et de coûter de moins en moins cher à mesure que le trafic diminue. Quant aux canaux, sous ce dernier rapport, tout est différent: on les demande de mêmes types. Cela est rationnel techniquement, mais deviendrait d'un coût exorbitant lorsqu'il s'agit de quitter le fond des vallées. On aurait ainsi une voie d'eau d'autant plus chère que son trafic serait moindre. Non-seulement on ne peut en réclamer la gratuité, mais on ne peut développer les voies navigables pour des besoins partiels qu'avec le concours actif des circonscriptions intéressées.

M. Georges RENAUD

Directeur de la *Revue géographique internationale*, attaché au cabinet du Ministre des finances.

DU RACHAT DES CHEMINS DE FER PAR L'ÉTAT.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. RENAUD montre la tendance actuelle au rachat des voies ferrées et il fait voir que l'origine de cette idée réside dans les plaintes contre les grandes compagnies de chemins de fer et contre le monopole. Sans aucun doute, il ne méconnaît pas les abus, car il a été un des premiers à les blâmer devant la section lors de précédentes sessions, mais il pense que le remède du rachat, préconisé par de très-bons esprits, n'aura pas les excellents résultats que l'on espère. M. Renaud énumère les graves inconvénients du rachat: il invoque spécialement la réglementation qui ne peut manquer d'être excessive, le manque de responsabilité, la mise à la disposition de l'Etat d'une véritable armée qui peut certainement être intimidée à certains moments de la vie politique, et en terminant, il affirme que sous le régime du rachat le service ne sera pas mieux fait qu'auparavant.

M. CACHEUX

Ingénieur, officier d'académie.

ÉTUDES SUR LES HABITATIONS OUVRIÈRES PARISIENNES

— *Séance du 29 août 1878.* —

L'état des habitations ouvrières parisiennes est, en général, déplorable au point de vue de l'hygiène et de la morale, et il deviendra de jour en jour pire si on ne prend pas de mesures énergiques pour le modifier. En Angleterre et en Amérique, on s'occupe depuis longtemps d'améliorer les habitations des classes laborieuses, et on est arrivé à de très-beaux résultats; de nombreuses sociétés se sont constituées; dans les maisons modèles la mortalité des locataires devient égale à celle des classes les plus favorisées au point de vue de l'aisance et du logement, et tous les ans de nouveaux exemples démontrent qu'avec la santé l'aisance pénètre peu à peu dans les demeures rendues salubres et commodes.

Dans un ouvrage (1) que j'ai eu l'honneur de faire en collaboration avec M. E. Muller, nous avons décrit la meilleure manière de construire une habitation ouvrière et nous avons donné les plans d'exécution, ainsi que les détails de construction, d'une centaine de types existant soit en France, soit à l'étranger; c'est pourquoi je passerai immédiatement à l'étude des moyens propres à doter Paris de maisons salubres, commodes et économiques.

Il est admis aujourd'hui qu'un logement modèle d'ouvriers doit se composer au moins d'une chambre commune, de deux chambres à coucher, d'une cuisine et du plus grand nombre possible de dépendances permettant à l'ouvrier de faire quelques provisions et d'y exécuter les travaux de ménage qui nuiraient à la propreté de son logement.

Pour mettre de tels logements à la disposition des ouvriers parisiens, on peut construire soit des maisons à étages, soit des maisons isolées; les deux systèmes de construction ont leurs avantages au point de vue hygiénique et moral, mais il n'en est pas de même au point de vue économique, comme nous le verrons dans la suite de cette étude.

Le mètre carré de logement, dans une maison à étages, revient à 100 francs; or, comme il en faut au moins cinquante pour constituer

(1) *Habitations ouvrières en tous pays*, par Emile Muller, O ✻, Professeur à l'Ecole centrale, ancien président de la Société des Ingénieurs civils, et E. Cacheux, Ingénieur. — J. Dejey et Cie, 8, rue de la Perle.

une demeure convenable, le prix de revient d'un logement modèle sera de 5,000 francs, et le loyer sera de 400 francs, car il faut louer une maison d'ouvrier sur le pied de 8 0/0 pour en retirer 5 0/0 de bénéfice brut. Les ouvriers parisiens consacrant, en général, de 200 à 250 francs à leur logement, il est évident que la spéculation ne sera pas tentée de faire des habitations ouvrières, à moins qu'elle ne construise sur une portion de terrains pour donner de la plus-value au reste.

Nous ne désespérons pas de voir construire des maisons à étages dans Paris, car on admet depuis longtemps en Angleterre et dans les pays du Nord de l'Europe que les sommes dépensées pour créer et entretenir les établissements hospitaliers, ainsi que les maisons de répression du crime, sont proportionnelles au nombre de gens mal logés, et que la Société fera des économies considérables en consacrant à l'amélioration des habitations ouvrières, une partie des sommes destinées à l'assistance publique.

Nous savons Paris trop charitable pour croire qu'il ne s'y trouvera pas des personnes qui se feront honneur de suivre, dans la mesure de leurs moyens, les grands exemples donnés par M. Peabody, à Londres, et M. le duc de Galliera à Gênes. Le premier a construit pour 4,000,000 d'habitations ouvrières louées de façon à faire rapporter 3 0/0 au capital; le produit des loyers est employé au fur et à mesure des rentrées à la construction de nouvelles habitations; aujourd'hui les bâtiments de M. Peabody valent 13,675,000 francs, et logent 5,500 personnes.

Le duc de Galliera a consacré deux millions à la construction de maisons dans lesquelles on reçoit les personnes méritantes, incapables de payer momentanément leur loyer.

Si elle n'agit pas d'une façon directe, la charité pourra encore s'exercer, soit en subventionnant des propriétaires, qui s'engageront à loger dans des logements composés de trois pièces et cuisine des familles composées de plus de quatre personnes, soit en payant une partie des loyers des ouvriers chargés d'une famille nombreuse, obligés de s'entasser dans des logements trop étroits.

Nous pensons que l'application du principe consistant à rendre l'ouvrier propriétaire, pourra aussi contribuer très-efficacement à l'amélioration des logements d'ouvriers. En effet, le prix d'un logement d'ouvrier se divise en deux parties : la première, équivalente aux 5/8 d'un loyer ordinaire, représente les intérêts à 5 0/0 de la valeur du prix de revient ; la deuxième égale aux 3/8 restants est composée des charges qui grèvent une habitation ouvrière.

L'abaissement du loyer d'un petit logement dépendra par conséquent :

1° Du degré plus ou moins élevé de philanthropie du propriétaire, estimé d'après l'intérêt qu'il retire de ses capitaux ;

2° Des économies que pourra faire l'ouvrier en habitant bourgeoisement son logement.

En rendant l'ouvrier propriétaire de son habitation moyennant une somme suffisante pour garantir l'exécution du contrat et une annuité comprenant l'intérêt et l'armortissement du capital, on met le vendeur dans le cas d'un bailleur de fonds sur hypothèque et on diminue le prix du loyer des frais résultant soit des vacances, soit des frais de justice occasionnés par l'expulsion de locataires de mauvaise volonté et insolvables, soit des réparations locatives, etc.

On a cherché à appliquer ce principe en rendant les ouvriers propriétaires d'une partie de maison. Ce système employé à Berlin, a été abandonné au bout d'un certain temps; il est encore usité à Madrid, mais nous ne croyons pas à sa réussite. — Nous ne croyons pas non plus au succès du système de M. de Fuisseaux, de Bruxelles, qui consiste à acheter des maisons rapportant 10 0/0 brut, à prélever une somme suffisante pour payer les charges de la maison et les intérêts du capital et à distribuer le reste aux locataires proportionnellement à la valeur de leurs loyers.

— L'agent qui convient par excellence pour rendre l'ouvrier propriétaire est la petite maison ; c'est grâce à elle que ce système a pris tant de développement en Angleterre, où il a donné naissance à 3,000 banques populaires, nommées Building's societies.

— Les Building's societies, dont nous allons dire quelques mots, et que nous avons décrites d'une manière complète dans notre ouvrage sur les habitations ouvrières, sont des banques populaires qui ont pour objet de fournir à l'ouvrier la somme nécessaire pour construire un cottage à sa guise ou pour en acheter un tout fait à une société de construction connue.

Les Building's societies se procurent les fonds dont elles ont besoin pour leurs prêts en faisant appel aux petites bourses, en réunissant une grande quantité de cotisations minimes, et aussi en recevant des dépôts pour lesquels elles paient un intérêt de 5 0/0. Les prêts sont garantis par une hypothèque prise sur l'immeuble à exécuter d'après les plans approuvés par l'architecte de la société; ils sont faits au taux de 5 0/0 l'an, plus une petite commission pour couvrir les frais d'administration.

— L'argent versé dans les caisses d'une Building society n'y reste jamais improductif, grâce au prix peu élevé des cottages qui est à la portée de toutes les bourses, et il est placé d'une manière sûre, car il est interdit à la banque par ses statuts de faire d'autres opérations que des placements hypothécaires et elle n'avance que les 3/4 de la valeur de la propriété hypothéquée. Comme le cottage a une valeur assez courante pour être revendu à son prix de revient dans les circonstances les plus

difficiles, il est très-rare de voir une Building society administrée honnêtement faire de mauvaises affaires.

Le remboursement se fait par annuités ; sa durée varie au gré de l'emprunteur, mais il est rare qu'une Building society accorde un délai de plus de 21 ans.

— Il y a, on le voit, beaucoup d'analogie entre le Crédit foncier et les Building's societies ; les différences consistent surtout dans le mode de formation du capital social et de délivrance des prêts. Le capital social, nous l'avons dit, est formé par des cotisations mensuelles ; la délivrance d'un prêt d'argent exige rarement un délai de plus de quinze jours.

— Quand une personne a besoin d'argent pour se construire une maison, elle fait une demande par écrit au directeur de la société et indique les propriétés qu'elle entend donner en garantie. Un avoué plaidant et un architecte attachés à la société sont chargés par le directeur, le premier, d'en examiner les titres, et le second, de les expertiser. Sur le rapport de ces deux fonctionnaires, le conseil décide de l'importance du prêt à faire.

— Si le demandeur n'a d'autre garantie à donner que le terrain même sur lequel il veut construire, la société lui avance des fonds au fur et à mesure de ses besoins, sur le vu du rapport de l'architecte.

Les Building's Societies se distinguent donc avantageusement du Crédit foncier, par la simplicité de leur fonctionnement, ainsi que par le crédit qu'elles font aux ouvriers.

— Un petit propriétaire représente une valeur par lui-même, valeur qui peut être amoindrie par la maladie, la mort ou un évènement inattendu. — Mais, sans parler des sociétés d'assurances qui peuvent neutraliser ces chances de pertes, nous les croyons bien peu dignes d'attention au point de vue qui nous occupe, car le grand nombre de petits propriétaires qui s'adresseraient au Crédit foncier, s'il était plus accessible, rendrait le chiffre même des pertes relativement minime.

Nous ne donnons pas ici de statuts de Building's societies, car nous croyons que notre tempérament s'accommoderait fort peu des règlements en usage dans le Royaume-Uni, mais nous avons la conviction qu'une société fondée sur la réunion des épargnes des ouvriers et sur leur emploi à la construction d'habitations ouvrières isolées aurait de grandes chances de réussite en France et rendrait d'immenses services aux classes laborieuses.

— Une expérience que j'ai tentée aux Lilas sur 9,000 mètres de terrain me permet de penser qu'il serait facile d'établir à Paris une Building society, d'autant plus que le prix de revient d'une maison est moins élevé qu'aux Lilas, par suite du prix élevé des transports.

— J'ai opéré de la manière suivante :

1° J'ai donné à la commune le terrain nécessaire pour faire des rues, à la condition qu'elle les entretiendrait.

2° J'ai construit une vingtaine de maisons de différents types que j'ai vendues suivant le système Mulhousien, c'est-à-dire moyennant une annuité comprenant les intérêts et l'amortissement du capital.

3° J'ai vendu le terrain placé en bordure de la rue principale de façon à regagner le prix du terrain cédé à la commune.

4° J'ai vendu le reste du terrain en prenant l'obligation d'avancer aux acquéreurs la somme nécessaire pour construire à leur guise, ou pour faire exécuter par mon entrepreneur, M. Darniat, un type analogue à ceux que j'avais faits, et en leur donnant quinze ans pour payer le terrain vendu et rembourser l'argent avancé.

— Il m'a fallu cinq ans et une centaine de mille francs pour terminer mon opération; mais j'ai obtenu un succès complet; j'ai vendu mon terrain au prix de 15 francs le mètre; j'ai donné une valeur supérieure aux terrains de mes voisins, et j'ai retiré 5 0/0 d'intérêt de mes capitaux.

— D'un autre côté, j'ai rendu service à mes acquéreurs, car je leur ai vendu moyennant une annuité de 600 francs payée pendant 15 ans des maisons louées ordinairement 500 francs; — je leur ai facilité le placement de leurs épargnes, car l'annuité étant basée sur 10 0/0 du prix de revient, j'en diminuais la valeur, d'une somme égale à 10 0/0 de chaque versement anticipé.

Comme le loyer à Paris se paie par trimestre, chaque paiement d'à-compte revient au placement de la même somme à intérêts composés tous les trois mois au taux de 10 0/0 l'an. *Les fonds* ainsi placés rendent donc un intérêt bien supérieur à celui que sert la Caisse d'Epargne.

M. GODART

Directeur de l'École Monge.

SUR L'ENSEIGNEMENT SCOLAIRE (1).

— *Séance du 29 août 1878.* —

(1) La section ayant décidé que les travaux de pédagogie seraient renvoyés spécialement à une sous-section qui a tenu plusieurs séances, les mémoires relatifs à ces sujets ont été réunis ci-après, page 1169.

M. Albert BREITTMAYER

ancien Sous-Directeur des Docks et Entrepôts de Marseille

PROJET D'UN CANAL D'IRRIGATION DANS LE BASSIN INFÉRIEUR DU RHONE.

(EXTRAIT)

— *Séance du 29 août 1878.* —

M. Dehérain, dans la conférence faite à Grignon sur les engrais, a appelé l'attention de l'Association sur le faible rendement moyen de la France, par hectare. Il a dit en terminant que si le Nord était doté des pluies nécessaires à l'agriculture, le Midi au contraire en était privé; qu'il y avait un intérêt de premier ordre à y faire des irrigations, et qu'il désirait voir le congrès émettre un vœu dans ce sens.

M. Breittmayer, s'occupant depuis une dizaine d'années de cette question dans la plaine du Bas-Rhône, croit devoir donner quelques renseignements sur l'état de la question dans cette zone et la preuve des efforts déjà faits par un membre de l'Association dans le sens indiqué par M. Dehérain.

Le bassin inférieur du Rhône peut se diviser en trois parties : la Crau, la Camargue, la plaine basse du Gard. La fertilisation d'une partie de la Crau a commencé, au XVI^e siècle, avec l'œuvre de Craponne; chaque année on y constate un accroissement notable de végétation. La Camargue, qui ne peut être irriguée que par le Rhône, a été l'objet de nombreuses études : celles faites par M. Breittmayer remontent à 1867-68, mais il n'a pu vaincre jusqu'à présent les idées que l'on se fait sur le régime des écoulements de cette île, idées qui en ont empêché jusqu'ici la fertilisation. Quant à la plaine basse du Gard, il y a fait étudier et dresser le projet complet d'un canal destiné à satisfaire le double besoin d'eau, comme irrigation dans la plaine et comme eau potable à Aigues-Mortes et ses environs.

Tout le monde sait qu'en agriculture l'eau joue le premier rôle, que ce rôle est d'autant plus nécessaire que le sol est moins humide, d'autant plus actif que le climat est plus chaud, indispensable dans le Midi, où, dit M. Vidalin dans la *Pratique des irrigations*, la sécheresse de l'été arrête la végétation à l'égal du froid du Nord. La reprise de l'agriculture dans ces localités amènerait forcément, dans un temps donné, une végétation plus dense que celle qu'on y voit aujourd'hui, et il est à croire que l'arboriculture y compterait de nouveau les espèces que l'on a constaté y avoir existé anciennement.

Les expériences de M. Hervé-Mangon sur les limons prouvent assez les richesses que l'eau trouble renferme et qui vont chaque année se perdre dans la mer; les recueillir c'est en faire bénéficier les terrains, c'est transformer, au moyen du colmatage, en prairies ou marais productifs, salubres, des bas-fonds et des lagunes qui ne sont aujourd'hui que la source des miasmes pestilen-

tiels qui s'en dégagent et la cause de ces terribles fièvres qui déciment depuis des siècles les habitants de cette plaine. C'est là aussi le but du canal projeté, dont le principal mérite est de s'alimenter au Rhône, c'est-à-dire à une source inépuisable. Il est dérivé du Rhône à Beaucaire, c'est-à-dire là où toute prise d'eau ne gêne plus en rien la navigation fluviale, et il est destiné à arroser plus de dix mille hectares; il pourra aussi servir au besoin à l'immersion hivernale des vignes.

SOUS-SECTION DE PÉDAGOGIE

M. GROULT

Fondateur des musées cantonaux, Avocat, Docteur en droit, à Lisieux.

SUR LES MUSÉES CANTONAUX ET LES MUSÉES SCOLAIRES.

(EXTRAIT.)

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. Groult fait remarquer que ces deux sortes de musées, également basés sur un principe commun : *l'enseignement par l'aspect*, sont destinés à se compléter mutuellement par l'échange d'une partie de leurs collections. Il signale les différences qui les distinguent. — Les musées scolaires, dit-il, s'adressent spécialement aux élèves de l'école où ils sont établis ; ils développent leurs idées générales en leur faisant connaître les solutions acquises des sciences. — Au contraire, les musées cantonaux, remplis principalement de collections d'intérêt purement local, développent surtout l'esprit d'observation ; ils s'adressent non-seulement à tous les élèves des écoles du canton (qui peuvent y être conduits à des jours déterminés interdits au public), mais encore à tous les habitants de ce canton désireux de s'instruire, et ils leur en donnent la possibilité par les notices explicatives placées à côté de chaque objet. — Ces musées inspirent aussi le goût de la lecture à ceux qui ne l'ont pas encore; ils sont en outre destinés à favoriser tous les progrès locaux réalisables par l'initiative privée.

M. GROULT

Fondateur des musées cantonaux, Avocat, docteur en droit, à Lisieux.

LES PROMENADES SCOLAIRES ET LES FÊTES NATIONALES DE L'ENFANCE ET DE LA JEUNESSE.

— Séance du 23 août 1878. —

M. le Dr BOURUS

A Mont-de-Marsan.

L'ENSEIGNEMENT PUBLIC EN HARMONIE AVEC LES BESOINS ACTUELS DE LA SOCIÉTÉ.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 23 août 1878. —

M. Bourus s'est proposé de traiter successivement des réformes susceptibles d'être apportées quant aux matières à enseigner et quant aux méthodes. Relativement au premier point, il insiste sur la nécessité de donner à chaque classe de la population un enseignement répondant bien à ses besoins; il fait voir qu'aux 36 millions d'habitants de la France l'instruction primaire doit être largement distribuée, mais que l'enseignement spécial est nécessaire aux 20 millions d'agriculteurs et aux 10 millions et demi d'industriels, et que l'enseignement classique doit être réservé aux 4 millions de lettrés et de rentiers. Par la nature des matières placées dans ses programmes, l'enseignement secondaire spécial est le plus conforme aux besoins de la majorité du pays; par la distribution du travail en classes d'une heure, il est plus profitable aux élèves; par l'enseignement simultané des lettres et des sciences dès le jeune âge, il rend plus rapide et plus sûr le développement intellectuel; et enfin il peut conduire facilement à toutes les carrières.

Abordant la question des méthodes, M. Bourus blâme le règlement qui confie l'enseignement de toutes les parties de la même spécialité à des professeurs différents, et réclame l'unité d'enseignement entraînant l'unité de méthode.

DISCUSSION

M. Droz trouve les propositions de M. Bourus quelque peu excessives ; il lui semble qu'il y a de grandes difficultés à confier à un même professeur le soin de suivre un élève dans toutes ses classes.

M. Bourus, revenant sur ce qu'il a dit, se défend d'avoir énoncé des règles trop absolues; il n'a jamais, par exemple, voulu demander au professeur de quatrième de faire successivement les cours de troisième, de seconde et de rhétorique; ce qu'il demande pour les classes supérieures, c'est la division de l'enseignement entre trois professeurs enseignant, l'un la littérature française, l'autre la littérature latine, le dernier la littérature grecque et suivant chaque série d'élèves.

M. HIPPEAU

Secrétaire du comité des travaux historiques au Ministère de l'instruction publique.

L'ÉTAT ACTUEL DE LA PÉDAGOGIE.

— Séance du 27 août 1878. —

M. MONDIET

Professeur au Lycée de Mont-de-Marsan.

ORGANISATION DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE ET SPÉCIAL ET DE L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE SUPÉRIEUR.

— Séance du 27 août 1878. —

Marius FAGET

Architecte à Bordeaux.

L'INSTRUCTION PRIMAIRE SUPÉRIEURE ET L'INSTRUCTION PROFESSIONNELLE.

— *Séance du 27 août 1878.* —

Deux questions d'égale importance sont soulevées par la communication de M. Mondiet; vous me permettrez de n'en retenir qu'une pour le moment, celle de l'instruction primaire supérieure et de sa désirable compagne l'instruction professionnelle.

L'école primaire est destinée à former et discipliner l'armée civique de la France, l'école primaire supérieure doit lui donner des sous-officiers. Nul n'a songé à contester la légitimité des sacrifices imposés au pays afin de pourvoir l'armée nationale de cadres suffisants, il en sera de même pour l'armée civique.

Sous ce mot d'école professionnelle on peut entendre deux choses bien distinctes et appelées à rendre des services d'ordres bien différents.

L'école d'apprentis ou plutôt d'apprentissage, ne saurait fonctionner utilement et pratiquement dans les pays où les industries sont par trop multiples. Supposez Paris ayant des écoles d'apprentissage dans ses divers quartiers, quelle ne serait pas la multiplicité des classes si chacune d'elle devait former des ouvriers pour les divers corps de métiers avec leurs divisions et leurs subdivisions dont l'énumération seule formerait un volume? Dans les villes ayant une ou plusieurs industries dominantes, l'école d'apprentissage a sa raison d'être, et c'est ainsi que l'on comprend les services rendus et par l'école de teinture ou de tissage de Mulhouse et par l'école d'horlogerie de Besançon.

Mais si l'école d'apprentissage n'est appelée à rendre que des services locaux et forcément restreints, il n'en est pas de même de l'école primaire supérieure et professionnelle : celle-là est applicable partout et en tous lieux, elle est aussi nécessaire pour les filles que pour les garçons.

Car, messieurs, c'est avec raison que M. Mondiet a parlé des dangers moraux inhérents à l'apprentissage, dangers d'autant plus grands que la ville où s'exerce l'apprenti est plus importante, que l'atelier qui le reçoit est plus considérable. Mais si le garçon de douze à treize ans est exposé à contracter des habitudes de grossièreté ou de débauche précoces dans les ateliers des grandes villes où se trouvent un assez

grand nombre d'ouvriers, parfaitement honnêtes d'ailleurs, mais ne sachant ni ne pouvant s'imposer une gêne de chaque instant ; quels ne seront pas les inconvénients de l'apprentissage, même dans les ateliers restreints, même dans les villes de dixième ordre, pour la jeune fille du même âge à ce moment où la femme s'ignore encore elle-même et où sa première sauvegarde, la pudeur instinctive, n'a pas fait encore en elle sa première apparition.

Pour les garçons, les neuf dixièmes des professions exigent la connaissance du travail du fer ou du travail du bois, fort souvent de ces deux travaux à la fois. Dans tous les cas, en apprenant à mettre en œuvre ces deux matières premières que toute industrie emploie, soit pour ses produits, soit pour ses outils, l'enfant apprend à travailler et l'habileté acquise dans le maniement des outils si nombreux et si complexes qui sont mis en ses mains en feront sûrement un ouvrier accompli dans quelque profession que ce soit. Le marin, isolé sur son navire, forcé de se suffire à lui-même, nous est un exemple de tout ce que l'on peut attendre de l'ingéniosité de l'esprit sous le fouet de la nécessité, lorsque la main est exercée aux labeurs les plus divers.

Ainsi, à l'école primaire supérieure, il suffira d'adjoindre un atelier pour le travail du fer et un atelier pour le travail du bois pour arriver non pas à faire des ouvriers, mais des apprentis ouvriers aptes à s'assimiler très-rapidement l'exercice de toute profession. En même temps que ce travail manuel sera un exercice gymnastique des plus salutaires et des plus profitables, il aura pour conséquence morale de relever la dignité du travail manuel lui-même en l'associant à des travaux intellectuels d'un ordre déjà assez élevé.

Quant aux travaux manuels à introduire dans les écoles primaires supérieures et professionnelles de jeunes filles, ils présentent une diversité beaucoup moins grande et il a suffi de trois maitresses de travaux manuels et de cinq cours dans l'école supérieure et professionnelle de Bordeaux, — la seule qui existe encore en France comme institution publique et dont vous me permettrez de revendiquer la création, — pour donner les moyens d'y enseigner tout ce qu'une femme peut savoir pour gagner honorablement sa vie par le travail de ses mains.

Ainsi il est facile de rendre professionnelle toute école primaire supérieure, il suffit d'y imposer l'exercice du travail manuel comme on le fait pour les écoles primaires de filles.

Arrive maintenant la très-grosse question de la création des écoles primaires supérieures et de leur mode de fonctionnement.

La loi Guizot, la meilleure des lois sur l'instruction primaire qu'ait eu la France, imposait à tous les chefs-lieux de canton d'une population déterminée, la création et l'entretien d'une école primaire supérieure.

La loi Falloux, qui a fait peut-être plus de mal à la France que l'invasion allemande, supprima cette utile création et si quelques-uns de ces établissements scolaires continuèrent de subsister, ils devinrent, comme à Paris, des façons de collèges d'enseignement spécial avant même que le mot fût inventé, ou formèrent, dans les grandes villes, une espèce d'aristocratie parmi les autres établissements d'instruction primaire, payants quand ceux-ci étaient gratuits, ou avant la gratuité ayant, tout au moins, un prix d'écolage plus élevé. Du reste, sans programmes définis, en lutte constante avec l'administration, les écoles primaires supérieures, ne vivant que de tolérance, voyaient sans cesse diminuer leur enseignement et n'avaient point de maîtres particuliers ayant reçu une instruction spéciale plus complète que leurs collègues ruraux ; à peine exigeait-on d'eux le brevet complet, à moins qu'il ne s'agît de leur faire faire une espèce de stage pour les appeler à la direction d'une école primaire importante, ce qui était tout à fait l'exception.

Aujourd'hui, l'on songe à reprendre les prescriptions de la loi Guizot, et même à les étendre, car l'on parle d'imposer à chaque chef-lieu de canton l'obligation de créer et d'entretenir une école supérieure primaire, pour les garçons tout au moins. Il est vrai que pour correctif à cet excès d'obligations imposées à des localités parfois fort pauvres et peu peuplées, les écoles supérieures se diviseraient en écoles primaires supérieures distinctes et en écoles annexes des écoles primaires proprement dites. Pour qui connaît les cantons avec toutes leurs inégalités et toutes leurs inconséquences géographiques résultant des révolutions économiques qui se sont accomplies depuis leur création, pour qui sait quelle est la résistance des populations rurales à toute innovation dont la conséquence immédiate ne saurait être nettement appréciée, les écoles primaires supérieures cantonales pourront peut-être avoir toutes les qualités du cheval de Rolland, mais sûrement elles auront son défaut : elles seront mortes; même avant d'avoir vécu.

Le projet présenté par M. Mondiet a-t-il plus de chance de donner des résultats pratiques? Permettez-moi d'en douter.

L'école supérieure ambulante fonctionnant au moyen d'un ou plusieurs professeurs passant sans cesse d'une école communale à l'autre, ayant ici quinze ou vingt élèves et là peut-être un ou deux et, pour la plupart des cantons, obligée de n'accorder ses leçons qu'à des périodes assez éloignées, n'est possible et pratique ni pour les professeurs ni pour les élèves.

L'école supérieure ambulante pourra encore s'établir dans toutes ou dans quelques écoles communales bien choisies pour une fraction quelconque de l'année scolaire : ce moyen est encore impraticable et l'on ne peut en attendre, sur l'ensemble des études, une influence sérieuse et durable.

Il est cependant un moyen facile de procurer à notre pays ce grand bienfait de l'enseignement supérieur et professionnel, mais hélas! combien faudra-t-il encore de temps avant que l'on y songe, car il est plus difficile encore de percer les montagnes de préjugés, d'habitudes et surtout de bonnes intentions qui sont les remparts inexpugnables de notre administration française, que les montagnes de granit qui séparent les peuples.

L'instruction primaire supérieure doit être professionnelle avons-nous dit, mais généralement et non pas particulièrement professionnelle, sauf des cas seulement appréciables dans des localités où elles doivent être établies. Le programme de ces écoles doit être assez fort mais non surchargé. L'arithmétique complète avec les éléments d'algèbre qui en sont la conséquence, la géométrie élémentaire, ce qu'il faut de géométrie descriptive pour comprendre un plan professionnel, la physique élémentaire avec l'étude des machines simples et la connaissance de la transformation des mouvements, la chimie élémentaire avec la minéralogie usuelle, les éléments d'histoire naturelle les plus indispensables et pour aliment littéraire l'histoire de France et la lecture raisonnée des bons auteurs : Tel est à grands traits le programme d'une école supérieure où le dessin et la tenue des livres doivent employer une large part du temps des élèves. Avec quelques modifications portant sur l'extension ou la restriction de certaines parties, ce programme est applicable aux écoles de filles comme aux écoles de garçons, aux écoles rurales comme aux écoles urbaines, à celles du Nord et du Midi, de l'Est et de l'Ouest, mais à une condition essentielle, si l'on ne veut faire encore une de ces chinoiseries qui encombrent notre législation et notre réglementation scolaires, c'est que les maîtres comme les autorités locales auront une large part d'initiative et de direction.

Pour obtenir la création et le bon fonctionnement, la vie complète et féconde des écoles primaires supérieures et professionnelles, que nos législateurs, que nos ministres, que nos administrateurs cessent d'attribuer à l'État cette tutelle tracassière, mesquine, outrageante pour l'intelligence et la bonne volonté des administrations locales. En donnant là un professeur dont il paiera les émoluments, ici une subvention pour la construction d'un bâtiment, ailleurs des collections et des outils de travail, que l'État vienne en aide aux municipalités pour l'accomplissement de cette grande œuvre et bientôt la France sera couverte d'écoles supérieures et professionnelles répondant parfaitement aux besoins locaux et par suite vivant d'une vie intense qui ne pourra avoir d'autre fin que la fin même de la France.

Une expérience de sept années me fait craindre que cette manière de procéder soit jugée trop simple et trop naïve et que la solution libérale

de la question qui nous occupe ne soit pas près d'être adoptée, et cependant on peut dire que notre pays ressemble à ce beau ballon captif que nous admirions hier, auquel il suffirait de couper le câble qui le retient pour qu'il s'élevât plus haut qu'il ne s'est jamais élevé. Nous ne pouvons songer à couper la corde mais nous aurons fait assez si nous avons pu en user quelques torons.

M. G. SERRURIER

Directeur de l'École communale de Sainte-Marie, au Havre

NOTICE HISTORIQUE SUR LA CRÉATION ET LE DÉVELOPPEMENT DES CAISSES D'ÉPARGNE SCOLAIRES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

L'établissement des caisses d'épargne scolaires est une œuvre essentiellement française, que d'autres nations ont pris la peine de perfectionner, il est vrai, mais dont l'honneur n'en revient pas moins à notre pays.

Il a été constaté qu'une caisse créée au Mans, le 4 mai 1834 par M. Dulac, instituteur, avait fonctionné régulièrement pendant 36 ans environ et avait délivré plus de 700 livrets constitués par les versements sou à sou des écoliers. L'organisation et les résultats de cette institution firent l'objet d'une publication émanée de la mairie et de la Caisse d'épargne du Mans dès la fin de 1834 et particulièrement en 1838. Des essais analogues furent faits alors à Lyon, puis à Grenoble en 1839, à Périgueux en 1840, etc. En 1840, M. Rapet, alors directeur de l'école normale de Périgueux, avait organisé dans l'école primaire payante départementale, annexée à l'école normale, une caisse d'épargne scolaire qui a prospéré entre ses mains jusqu'au moment où il fut nommé inspecteur général de l'instruction publique.

Mais ces expériences restèrent isolées et ce ne fut qu'à l'étranger qu'on en poursuivit l'application.

En Belgique, l'organisation des caisses d'épargne scolaires est due à l'initiative de M. Laurent, professeur de droit civil à l'Université de Gand. Dès la fin d'octobre 1866, deux écoles de Gand eurent leur caisse d'épargne scolaire, et bientôt, grâce aux encouragements du Conseil municipal, de la commission des écoles et de deux sociétés libres de bienfaisance populaire, l'institution s'est propagée dans toutes les écoles de la ville et presque dans les asiles et les cours d'adultes. Au total, à la fin de 1873, sur 15,393 élèves, on y comp-

tait 13,032 déposants pour une somme de 463,064 francs. Mais il y avait un abus, ces sommes provenaient en grande partie des épargnes des parents, et c'est une des causes qui ont nui au développement et à l'effet moralisateur de l'institution en Belgique, en ce qui concerne du moins la population scolaire ; car du reste, l'épargne est fort en honneur en Belgique et le gouvernement l'y favorise de son mieux, bien pénétré qu'il est des bons résultats présents de cette excellente habitude et des avantages plus grands encore qui en résulteront pour l'avenir.

En Angleterre, on distingue, entre la grande caisse d'épargne, les Penny-Banks et les School-Banks.

1° Les Penny-Banks, fondés d'abord à Greenock en 1837, sont les bureaux d'épargne des ateliers et manufactures. M. de Malarce les a introduits en France, comme institution nouvelle et avec de notables perfectionnements, d'abord dans les manufactures de l'État et ensuite dans les manufactures privées. — Glascow, sur une population de 480,000 habitants, avait en une seule année, au moyen de ses 125 penny-banks, versé 466,000 francs à la grande caisse d'épargne, et elle possédait un dépôt de 246,000 francs répartis entre 47,005 déposants ;

2° Les School-Banks sont les bureaux d'épargne établis dans les écoles. Ils n'ont été régulièrement organisés qu'en 1875, mais ils se développent rapidement par les soins des boards of schools, sortes de comités locaux analogues à nos délégations cantonales. C'est dans le quartier le plus pauvre de Londres que d'abord, et avec intention, on a établi les premiers school-banks. Aujourd'hui, cette institution se répand dans les colonies les plus lointaines de l'Angleterre et jusque dans la Nouvelle-Zélande.

En Italie, en Autriche, en Allemagne et aux États-Unis, on s'occupe activement de l'organisation et du développement des caisses d'épargne scolaires.

C'est après une étude attentive du fonctionnement des caisses d'épargne scolaires en Angleterre en 1872, en Autriche-Hongrie en 1873 et en Belgique en 1874, que M. de Malarce a comme réimporté cette œuvre dans son pays d'origine, et il l'a fait avec un éclatant succès.

Dès la fin de 1876, la Caisse d'épargne scolaire existait dans 69 départements en France et dans les 3 départements de l'Algérie. Au 31 décembre 1877, c'est-à-dire dans l'espace de moins de quatre années, l'institution des caisses d'épargne scolaires s'était propagée dans 77 départements y compris l'Algérie ; et, pour 70 départements dont les statistiques étaient complètes et certifiées, on comptait 8,033 caisses d'épargne scolaires avec 177,040 écoliers épargnants, dont 143,272 possédaient le livret de la grande caisse d'épargne et avaient économisé 2,964,332 francs, chiffre représentant, non plus, comme en Belgique, une partie de l'épargne des parents, mais véritablement celle des écoliers.

A la date du 31 décembre 1877, 6 départements marchaient en tête des autres, savoir : le Pas-de-Calais, le Nord, l'Aisne, Seine-et-Oise, l'Oise, la Somme. C'est le Pas-de-Calais qui a le plus grand nombre de caisses scolaires (601) ; le Nord qui a le plus de livrets acquis (18,071), ainsi que la plus forte épargne (421,886 francs) ; Seine-et-Oise qui présente la moyenne la plus élevée quant à la valeur du livret (34 fr. 58).

En 1871, nous étions, au point de vue général de l'épargne, très-inférieurs aux autres nations de l'Europe. A cette époque, on comptait :

En Suisse,	1	déposant	sur	5	habitants.
En Danemarck,	1	—	—	6	—
En Suède et Norvwége,	1	—	—	8	—
En Angleterre,	1	—	—	10	—
En Allemagne,	1	—	—	14	—
En France,	1	—	—	18	—

Mais après 1875, un mouvement ascendant se manifeste, dû à la propagande des écoliers dans leurs familles par le grand livret de caisse d'épargne, à l'influence des Conseils généraux, des inspecteurs d'Académie, des conférences, des journaux, et enfin aux tendances marquées de l'opinion publique ; de 535 millions les dépôts se sont élevés à 930 millions en quatre ans, et le nombre des déposants de 2,100,000 a atteint plus de 3 millions.

Cependant, on doit dire que dans beaucoup de familles, on ne vit pas d'abord de bon œil la nouvelle institution, mais ces préventions cédèrent bientôt presque partout.

Sous ce titre, *le Plaidoyer de l'exemple*, une institutrice hongroise, Mlle Carina Schrotter a raconté, dans une des séances que tenait au Trocadéro le Congrès scientifique international des institutions de prévoyance, une histoire touchante qui prouve qu'un enfant peut donner un bon exemple et une salutaire leçon à son père, sans que la morale en soit blessée.

Un enfant de 7 ans, épargnant chaque dimanche deux sous sur ce qu'on lui donne pour ses friandises, se trouverait, à sa majorité, en possession d'un petit capital de près de 100 francs, qui pourrait être bien précieux dans un moment difficile, et qui lui aurait appris l'économie, c'est-à-dire qui lui aurait appris à modérer ses besoins factices, à dominer sa volonté comme à régler sa vie.

L'introduction des caisses d'épargne dans les écoles a été un puissant moyen d'amélioration dans la tenue et la discipline. Un nombre considérable de parents, qui n'avaient jamais songé à l'épargne, ont fait des efforts pour obtenir eux-mêmes le livret de la grande caisse ; de là, plus d'ordre et de moralité dans les familles et aussi plus de dignité dans les caractères. Les enfants, de leur côté, s'habituent dès l'école à des versements qu'ils voudront continuer plus tard, au lieu de dissiper leur argent en fumée de tabac et au cabaret.

Que de maux disparaîtraient si l'épargne était partout bien comprise ! C'est à nous y habituer que visent les caisses d'épargne scolaires, et c'est à nous à en faire bien comprendre l'utilité et le but que devront s'appliquer les jeunes instituteurs initiés dans nos écoles normales aux notions essentielles d'une saine économie politique. Que les Conseils généraux répondent à l'appel que leur a adressé M. Frédéric Passy et que ce qui se fait à Versailles se pratique dans chaque département : l'institution des caisses d'épargne scolaires et par suite le développement de l'épargne générale n'auront pas d'aides plus éclairés et plus actifs que ces maîtres.

———

M. SERRURIER

Directeur de l'École communale de Sainte-Marie, au Havre.

UTILITÉ, CRÉATION ET COMPOSITION DES BIBLIOTHÈQUES PÉDAGOGIQUES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. SERRURIER, après quelques considérations générales sur l'importance de la pédagogie, insiste sur l'utilité de l'établissement de *bibliothèques pédagogiques* : mais il ne pense pas qu'il suffise d'avoir des bibliothèques cantonales, il voudrait qu'à chaque école fût adjointe une bibliothèque spéciale. Il croit que pour la création de ces bibliothèques, on pourrait s'adresser à la fois à l'initiative privée, au Conseil général et à l'État. Il complète quelques renseignements donnés au Congrès du Havre (1) sur la bibliothèque pédagogique qu'il a créée et conclut en espérant que dans un temps peu éloigné chaque école aura sa bibliothèque scolaire divisée en trois parties destinées respectivement : 1° à l'instituteur (ouvrages de pédagogie, etc.); 2° aux élèves (ouvrages classiques ou se rattachant directement aux études), et 3° aux habitants (ouvrages généraux, de géographie, de voyages, etc., et surtout ouvrages spéciaux se rapportant aux questions locales, agriculture, industrie, commerce, etc.)

M. Félix HÉMENT

Inspecteur de l'enseignement primaire, à Paris.

ÉDUCATION DES SOURDS-MUETS PAR LA PAROLE; APPLICATION DES MOYENS D'ENSEIGNEMENT AUX ENTENDANTS-PARLANTS.

— *Séance du 28 août 1878.* —

M. Félix Hément, inspecteur de l'enseignement primaire à Paris, fait connaître à la sous-section de pédagogie la méthode employée à l'école de sourds-muets de l'avenue de Villiers, 94, dirigée par M. Magnat.

Il n'existe, dit-il, qu'un moyen d'arracher les sourds-muets à l'isolement où les plonge leur infirmité, c'est de suppléer à l'absence de l'ouïe et de supprimer le mutisme. A cette condition seule, ils rentreront dans la grande famille humaine. Tout autre moyen ne leur permet de com-

(1) Voir *Compte rendu du Congrès tenu au Havre en 1878*, p. 1131.

muniquer qu'entre eux et de former de petits groupes isolés au milieu de la société.

On supplée à l'ouïe par la lecture sur les lèvres : la parole ne se manifeste-t-elle pas par les mouvements des lèvres, de la langue, la disposition des dents, etc., aussi bien que par le son ? La parole peut donc être *vue* ou *entendue* ; on peut la saisir par les yeux aussi bien que par l'oreille. Le sourd-muet peut donc *voir* la parole. Dès lors, la surdité disparaît, pour ainsi dire, et avec la surdité le mutisme qui en est la conséquence. Il devient, selon la pittoresque expression de Jacob Rodriguez Pereire, un sourd parlant de sourd-muet qu'il était.

Réduit aux manifestations visibles de la parole, le sourd-muet devient singulièrement habile à les saisir ; il étonne par la délicatesse, la subtilité et la pénétration de son regard.

Mais comment parvenir à faire interpréter au sourd-muet les signes visibles de la parole ? Comment lui faire deviner en quelque sorte que telle disposition des lèvres, de la langue, des dents, etc., répond à un son déterminé qu'il ne peut entendre ? C'est en le faisant parler, en l'obligeant à émettre des sons qu'il n'entend pas. Il parle sans s'entendre parler, mais il sait qu'il parle, et il lit sur les lèvres des autres les sons qu'il produit lui-même. La lecture sur les lèvres est la conséquence de la production des sons articulés. Le maître enseigne à son élève à émettre le son *a* et prononce lui-même ce son pendant que l'élève le regarde et lit le son produit. Signes visibles et sons ne font qu'un dans son esprit.

M. Félix Hément entre dans quelques détails sur les moyens employés pour rétablir ou établir le fonctionnement des organes de la voix. Il décrit l'organe de la voix ainsi que les accessoires ; il montre comment un volume d'air lancé par les poumons traverse le larynx, où se forme la voix qui devient parole à la sortie des lèvres, après avoir été pour ainsi dire moulée dans la bouche.

En même temps qu'on lui apprend à parler, on commence à instruire le sourd-muet. Il prononce d'abord les sons et les articulations élémentaires. Chaque son est *prononcé*, écrit et lu sur le tableau et sur les lèvres. Tandis que le maître et l'élève prononcent la syllabe *pa*, par exemple, l'élève saisit au passage les plis fugitifs, aussitôt effacés qu'entrevus, qui ont couru un instant sur les lèvres de son maître, il les associe dans sa pensée à la syllabe dont ils sont la manifestation et aux mouvements qu'il a dû imprimer aux organes de la voix. Désormais pour lui la syllabe et les plis ne font qu'un.

On arrive bientôt à lui faire prononcer des mots qui ont un sens, en suivant toujours le même ordre, c'est-à-dire qu'il les parle, les écrit, les lit. Ce travail se poursuit sans relâche : les sons et les articulations

sont étudiés dans l'ordre des difficultés qu'ils présentent, et chaque exercice est une sorte de préparation à l'exercice suivant. Non-seulement c'est une gymnastique ingénieusement graduée des organes vocaux, qui les assouplit et les dérouille, pour ainsi parler ; mais c'est aussi le moyen d'instruire le sourd-muet, car il étend ainsi constamment son vocabulaire, et sait en même temps écrire les mots qu'il prononce.

Ces mots ne sont pas pour l'enfant de simples groupements, ils désignent des objets sur lesquels on lui fournit des renseignements d'abord très-succincts et dans la suite de plus en plus détaillés. C'est la *leçon de choses* permanente, sans apprêt, par laquelle on répond d'avance aux questions sans fin de l'enfance curieuse. L'élève possède, outre la *citolégie* où se trouvent les *mots* appris, un album de gravures qui contient les dessins des objets qui rappellent ces mots. L'enfant est constamment intéressé : c'est là tout le secret des remarquables progrès qu'il fait (1).

Non-seulement rien ne s'oppose à ce qu'on suive la même méthode avec tous les enfants indistinctement, mais on peut prévoir que ceux qui ne sont pas affligés d'infirmités, qui entendent et qui parlent, doivent faire des progrès remarquables. Faire constamment appel à l'intelligence de l'enfant, ne pas le rebuter par des exercices fastidieux ou par des efforts de mémoire sans intérêt, employer la mémoire comme un auxiliaire dont on règle et dont on limite l'usage, la réduire à son véritable rôle, c'est-à-dire ne lui donner à retenir que ce que l'esprit a d'abord saisi ; en un mot, n'emmagasiner dans l'esprit que les choses connues de l'esprit ; comprendre d'abord, retenir ensuite, éviter les abstractions, provoquer l'enfant à la recherche, lui faire deviner à moitié les choses, satisfaire sa curiosité, en faire le collaborateur de son maître, tel est le procédé que nous employons en nous inspirant de tous les pédagogues, depuis Socrate jusqu'à Pestalozzi.

Dans notre première leçon aux enfants de nos écoles, voire même de nos asiles, nous leur désignons les personnes ou les choses qui leur sont familières et nous les lui faisons nommer ; nous passons ensuite à la décomposition de ces noms en syllabes ; dans les syllabes, on leur fait *découvrir* les sons et les articulations. Par exemple, il trouve les deux syllabes de *papa*, puis le son *a* de *pa* et l'articulation *p* de cette même syllabe. Alors il apprend à écrire *a* et *p* (les caractères *romains* accompagnent toujours les caractères *cursifs*). Par cela même qu'il écrit *a* et *p*, il sait les lire ; la lecture est une conséquence de l'écriture (2).

(1) Nous ne saurions examiner ici dans tous ses détails les moyens mis en œuvre pour instruire et élever le sourd-muet ; les personnes qui voudraient des renseignements plus complets s'adresseront à M. Magnat, directeur de l'école des sourds-muets, avenue de Villiers, 94. Quelques questions spéciales ont été étudiées dans le *Bulletin* de la société J. R. P.

(2) Depuis que nous avons introduit cette méthode dans nos écoles primaires, un grand nombre

On le voit, nous n'apprenons pas l'alphabet, comme on le fait communément, en montrant à l'enfant la suite des caractères et en les lui faisant nommer. Nous n'attendons pas qu'il connaisse ses lettres pour les lui faire écrire et lire. Mais, dès qu'il a su trouver l'*é* de *pâté*, l'*ou* et l'*i* de *toupie*, il écrit *é*, *ou*, *i*, comme il a écrit l'*a* de *papa*; de même pour le *p* de *papa*, le *t* de *pâté*, etc.

Naturellement l'étude des articulations n'est pas arbitraire; on commence par les plus simples, les autres suivent dans l'ordre des difficultés qu'elles présentent et des analogies qu'elles ont entre elles. Qui mieux qu'un instituteur de sourds-muets est en mesure de connaître les difficultés de la prononciation et l'ordre qu'il convient d'adopter pour les vaincre.

Dès les premières leçons, l'enfant connaît, *prononce*, *écrit* et *lit* un nombre de sons et d'articulations suffisants pour former des *mots*. Avant de passer aux articulations et aux sons suivants, il doit *écrire* et *lire* les mots en question. En même temps vient la *leçon de choses*, ou l'ensemble des moyens à l'aide desquels on éveille et on nourrit la jeune intelligence. L'enfant prononce-t-il le mot *bateau*; il l'écrit en caractères cursifs, le lit en caractères *romains*; il en apprend ainsi l'orthographe par la répétition des exercices d'écriture et de lecture. On place alors sous ses yeux l'album de gravure : il y voit le dessin d'un bateau, il le copie, et on lui enseigne, dans la mesure qui convient, la construction et les usages d'un bateau.

Au commencement, nos enfants avancent lentement en apparence, mais au bout de quelques mois on constate une grande différence entre les autres élèves et ceux qui ont reçu de nous l'instruction. Lorsque les nôtres lisent, ils savent ce qu'ils lisent, tandis que les autres prononcent des mots qu'ils ne comprennent pas. En outre, les nôtres savent écrire les mots qu'ils prononcent et les écrivent avec l'orthographe.

Après l'étude de ce premier groupe de mots, vient un nouveau groupe d'articulations et de sons, et, à la suite, l'étude des mots nouveaux dont ces sons et ces articulations sont les éléments constitutifs. De la sorte, au bout de peu de temps, l'enfant possède un vocabulaire de quelques centaines de noms. On lui donne alors la notion du genre et du nombre; on lui apprend l'usage de l'article; il forme le pluriel des noms par l'usage; l'énoncé des règles ne vient qu'après de nombreux exercices pratiques, d'où l'élève les déduit lui-même. C'est l'enseignement concret. Point de définitions ni de théories au début, cela viendra plus tard. A mesure que l'intelligence se développe, la culture en devient plus profonde et plus intense.

de brochures ont paru traitant du même sujet; mais il est facile de voir par la date des publications que c'est nous qui en avons provoqué l'apparition et qui les avons inspirées.

La même méthode est appliquée dans toutes les branches de l'enseignement : arithmétique, géographie, etc. Le même esprit souffle partout. Aussi l'enfant est-il constamment intéressé ; il aime l'étude, il est docile et dès lors rien que de très-naturel dans les progrès rapides qu'il fait, dans les résultats surprenants qu'on obtient.

Nous avons résumé cette leçon vive, animée, remplie d'intérêt, que l'auditoire a vivement applaudie.

M. Magnat a fait ensuite exécuter à ses élèves un certain nombre d'exercices ; il a fourni des renseignements, répondu aux objections et a su captiver l'attention des auditeurs pendant plus d'une heure ; à plusieurs reprises, il a été interrompu par des marques de satisfaction et de sympathie très-vives.

A la suite de cette séance, la commission a décidé qu'elle demanderait à l'Association une subvention comme marque de son sympathique intérêt pour l'ingénieuse méthode dont elle a vu les résultats, et surtout pour l'interprétation sensée et l'habile mise en pratique de cette méthode par el directeur zélé de l'institution de l'avenue de Villiers, 94.

M. GODART

Directeur de l'École Monge.

SUR L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.)

— Séance du 29 août 1878. —

M. Godart fait voir que l'enseignement secondaire, tel qu'il est organisé dans nos lycées, ne répond pas à tous les besoins et à toutes les intelligences, et qu'à côté de lui il convient d'organiser sérieusement l'enseignement secondaire spécial, intermédiaire entre l'enseignement classique et l'enseignement primaire. M. Godart énumère les conditions de cet enseignement ; il constate notamment qu'il ne doit pas être donné dans le même local et par les mêmes maîtres que l'enseignement classique, car, outre qu'il y a chez les parents et les élèves un certain point d'honneur à suivre l'enseignement classique, souvent à leur préjudice, les maîtres ont certainement l'habitude de considérer ces études comme inférieures ; il remarque également que les sciences ne doivent pas prendre la prépondérance dans les études.

Vœux émis par la 15e Section.

Dans sa séance du 29 août, sur la proposition des membres de la sous-section d'éducation et d'enseignement, la section d'économie politique a émis le vœu suivant :

La sous-section d'éducation et d'enseignement de l'Association française pour l'avancement des sciences, qui a entendu un exposé de la méthode Pereire pour l'enseignement des sourds-muets par M. Félix Hément et qui a assisté aux exercices au moyen desquels M. Magnat, directeur de l'École Pereire, fait parler et instruire les sourds-muets, émet le vœu que l'Association française, encourage au moyen d'une subvention cette utile institution.

Ce vœu a été adopté après que M. F. Hément a fait remarquer que l'encouragement moral résultant de la proposition, et non le secours pécuniaire, était ce qui intéressait réellement l'École Pereire.

L'ordre du jour de la section comprenait plusieurs autres travaux qui n'ont pu être communiqués en séance, faute de temps. Nous en reproduisons les titres ci-après :

M. Moyelle. — La lecture par l'idée.

M. Brunet. — Photographie de la parole. Alphabet universel.

CONFÉRENCES

M. Ulysse TRÉLAT

Membre de l'Académie de médecine, Professeur à la Faculté de médecine de Paris.

L'HOPITAL (1).

— *Séance du 23 août 1878.* —

M. MAREY

Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France.

ÉTUDE GRAPHIQUE DES MOTEURS ANIMÉS (2).

— *Séance du 26 août 1878* —

M. J. JANSSEN

Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire d'astronomie physique à Meudon.

LES DERNIERS PROGRÈS DE LA PHYSIQUE SOLAIRE.

RÉSUMÉ

— *Séance du 28 août 1878* —

Dans cette conférence, l'auteur a entretenu plus spécialement ses auditeurs des progrès que l'application des méthodes photographiques a permis de réaliser touchant la constitution de la photosphère.

(1) L'auteur se propose de publier à part cette conférence; on peut également se reporter au *Progrès Médical* du 30 août 1878 et au *Bulletin médical de la Suisse romande* (à Lausanne), août et septembre 1878.
(2) Voir le journal *la Nature*, 2e semestre, 1878.

Après avoir donné à grands traits un résumé des découvertes dont l'astronomie physique s'est enrichie dans ces derniers temps, et qui ont transformé nos connaissances sur la constitution de l'Univers, l'auteur a abordé la question de l'application de la photographie à l'étude de la surface lumineuse du soleil. Il a montré que si l'on doit considérer l'analyse spectrale comme l'instrument le plus fécond de découvertes à l'égard des enveloppes gazeuses du soleil, la photographie doit être envisagée comme la vraie méthode d'étude de la photosphère.

Mais, de même qu'il a fallu découvrir les principes de l'application de l'analyse spectrale aux phénomènes célestes, de même faut-il trouver les conditions sous lesquelles la photographie permettra de découvrir la véritable nature de la photosphère.

Persuadé, d'après ses méditations sur le sujet, que la photographie jouerait pour la photosphère, le rôle de l'analyse spectrale pour la chromosphère et les autres enveloppes gazeuses du soleil, l'auteur s'est appliqué, depuis son retour du Japon en 1875, à découvrir les conditions de cette nouvelle application. Il est arrivé à reconnaître que les détails de structure de la photosphère peuvent être reproduits par la photographie, si l'on satisfait à trois conditions principales.

En premier lieu, il faut obtenir de très-grandes images. A Meudon, où se trouve actuellement installé l'Observatoire d'astronomie physique, grâce à la libéralité des Chambres et du Gouvernement, on a obtenu des images solaires qui ont été portées successivement à 15, 20, 30 et 50 centimètres de diamètre.

Mais ces grandes images n'auraient pas la netteté nécessaire à la reproduction des délicats détails que présente la photosphère, sans l'utilisation d'une propriété que l'auteur a constatée dans le spectre photographique, et qui consiste en ce que ce spectre se réduit à une étroite bande située près de G, quand l'action lumineuse est faible ou que sa durée est suffisamment réduite. Il résulte de ce fait, que pour la production d'images prises en un temps court, on peut construire des objectifs photographiques d'un achromatisme chimique presque parfait, et très-supérieur à l'achromatisme des objectifs des lunettes oculaires. Cette condition a été réalisée dans les instruments de photographie solaire que M. Janssen emploie à Meudon, et qui ont été construits par M. Prazmowski, l'éminent opticien. Mais de toutes les conditions qui doivent être réalisées pour obtenir des images photographiques qui révèlent la constitution de la surface solaire, la plus importante est celle qui se rapporte au temps de l'action lumineuse. C'est en réduisant, par des artifices particuliers, ce temps d'action jusqu'à 1/3000 de seconde et plus encore, que l'auteur a pu obtenir les détails de la structure de la photosphère.

Mais quand toutes les conditions sont remplies, et que le procédé photographique est lui-même irréprochable, on obtient alors des images qui nous révèlent en quelque sorte un monde nouveau et nous montrent combien l'observation optique du soleil est imparfaite par rapport à la photographie. Ainsi, M. Langley, l'éminent astronome des États-Unis, qui a fait de si belles et si longues observations sur la structure de la photosphère, et qui est une si grande autorité sur ce sujet, manifestait, dans une visite qu'il a bien voulu

nous faire à Meudon, manifestait dis-je son étonnement profond que nos images photographiques, qui sont obtenues avec une lunette de cinq pouces d'ouverture, présentent des détails que la lunette de treize pouces ne lui révélait que pendant de courts intervalles de quelques minutes pour une période de plusieurs années.

Les photographies montrent la surface solaire couverte d'une granulation générale. Les formes, les dimensions, la distribution de cette granulation ne sont pas en accord avec les idées qu'on s'était formées de ces éléments de la photosphère, d'après l'examen optique. Les images photographiques ne confirment nullement l'idée que la photosphère soit constituée par des éléments dont les formes constantes rappelleraient des feuilles de saule, des grains de riz, etc.

Ces formes, qui peuvent se rencontrer accidentellement en tel ou tel point, ne sont que des exceptions et ne peuvent être considérées comme exprimant une loi générale de la constitution du milieu photosphérique. Les images photographiques nous conduisent à des idées beaucoup plus simples, plus rationnelles sur la constitution de la photosphère.

Formes des éléments granulaires. — Si l'on étudie la granulation dans les points où elle est le mieux formée, on voit que les grains ont des formes très-variées, mais qui se rapportent plus ou moins à la forme sphérique.

Cette forme est généralement d'autant mieux atteinte que les éléments sont plus petits. Dans les grains très-nombreux, où les formes sont plus ou moins irrégulières, on voit que ces grains sont formés par l'agrégation d'éléments plus petits rappelant la sphère.

Là même où la granulation est moins nette et où les grains paraissent étirés, on sent que la sphère a été la forme première des éléments, forme plus ou moins modifiée par l'effet des forces agissant sur ces corps.

La forme normale des éléments granulaires de la photosphère paraît donc se rapporter à la sphère, et les figures irrégulières paraissent s'y rattacher encore, soit que l'élément ait été constitué par des corps plus petits, soit que ce même élément se trouve plus ou moins déformé par l'effet de forces étrangères agissant sur le milieu où il est plongé. Il résulte encore de ces considérations, une conséquence très-importante : c'est la preuve, découlant du fait même de la grande variété des formes des éléments granulaires, que ces éléments sont constitués par une matière très-mobile, qui cède avec facilité aux actions extérieures. L'état liquide ou gazeux jouit de ces propriétés ; mais en ayant égard à d'autres considérations qui seront développées plus tard, on est conduit à admettre, pour les granulations, un état très-analogue à celui de nos nuages atmosphériques, c'est-à-dire à les considérer comme des corps constitués par une poussière de matière solide ou liquide nageant dans un milieu gazeux.

Origine des granulations. — Si la couche solaire qui forme la photosphère était dans un état de repos et d'équilibre parfait, il résulte de la notion de sa fluidité, qu'elle formerait une enveloppe continue autour du noyau solaire. Les éléments granulaires se confondraient les uns dans les autres, l'éclat du soleil serait uniforme dans toutes ses parties. Mais les courants gazeux ascendants ne permettent pas cet état d'équilibre parfait. Ces courants brisent et divisent

cette couche fluide en un grand nombre de points pour se faire jour; de là la production de ces éléments qui ne sont que des fractions de l'enveloppe photosphérique. Ces éléments fractionnaires tendent à prendre la forme sphérique par la gravité propre de leurs parties constituantes; de là la forme globulaire qui, comme on voit, ne correspond pas à un état d'équilibre absolu, mais seulement relatif, celui où la matière photosphérique, ne pouvant se constituer en une couche continue, est divisée en éléments qui tendent à prendre individuellement leur figure d'équilibre. Mais cet état d'équilibre individuel des parties est lui-même assez rarement réalisé; en des points nombreux, les courants entraînent plus ou moins fortement les éléments granulaires, et leur forme globulaire d'équilibre est altérée jusqu'à devenir tout à fait méconnaissable quand les mouvements deviennent plus violents.

Ces mouvements dont la couche gazeuse où nagent les éléments photosphériques est incessamment agitée, ont des points d'élection. La surface solaire est ainsi divisée en régions d'activité et de calme relatifs, d'où résulte la production du *réseau photosphérique*. En outre, dans les points même de calme relatif, les mouvements du milieu photosphérique ne permettent pas aux éléments granulaires de se disposer en couche de niveau, d'où résulte l'enfoncement plus ou moins grand des grains au-dessous de la surface, et par suite, eu égard au grand pouvoir absorbant du milieu où nagent ces éléments, la grande différence d'éclat des grains sur les images photographiques.

Ainsi, une première étude des nouvelles photographies conduit déjà à modifier beaucoup nos idées sur la photosphère, et l'ensemble des données qu'elles fournissent conduit à cette idée si simple sur la constitution des éléments photosphériques et sur les transformations qu'ils éprouvent par l'effet des forces auxquelles ils sont soumis.

Du fait de la rareté relative des grains les plus brillants dans les images photographiques, l'auteur tire cette conséquence que le pouvoir lumineux du soleil réside principalement dans un petit nombre de points de sa surface. En d'autres termes, si la surface solaire était couverte entièrement par les éléments granulaires les plus brillants qu'elle nous montre, son pouvoir lumineux serait, d'après une première approximation, de dix à vingt fois plus considérable.

Un des plus importants objets que ces photographies permettent d'aborder, est l'étude des mouvements et des transformations qui se produisent à la surface du soleil en dehors des taches.

Il suffit de jeter un coup d'œil sur ces images qui présentent les éléments granulaires avec leurs formes, leurs groupements et tous les accidents de la surface quand ceux-ci ne mesurent pas des dimensions inférieures à un quart de seconde d'arc, pour comprendre qu'une telle étude est facile. Il est seulement nécessaire que l'appareil soit muni de fils ou de réticules très-exactement orientés, car il est absolument indispensable que l'exactitude de la position donnée à des fils qui viendront se peindre sur l'image soit d'un ordre supérieur à la grandeur des modifications qu'il s'agit d'apprécier. La nature provisoire de l'instrument employé pour ces études n'a pas encore permis cette délicate installation. Elle sera prochainement réalisée.

Mais déjà il est des phénomènes que l'examen de photographies successives prises à court intervalle peut révéler.

Il est déjà certain que les grains photosphériques n'ont qu'une existence très-temporaire, qu'ils se transforment rapidement, que les points où les courants ascendants d'hydrogène viennent les agiter, changent aussi.

Sous ce rapport, la découverte du réseau photosphérique est d'un précieux secours. On voit, en effet, que la forme et la place des polygones subissent des changements rapides.

Enfin il est une grande question sur laquelle les faits précédents jettent un jour nouveau : c'est la question si souvent débattue de la variation du pouvoir lumineux du soleil. Il est évident que les taches ne peuvent plus être considérées comme formant l'élément principal des variations que l'astre peut éprouver, et qu'il faudra désormais considérer le nombre et le pouvoir lumineux variable des éléments granulaires qui peuvent jouer ici un rôle prépondérant.

VISITES SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

EXCURSIONS

Ce n'était pas sans quelque appréhension que le Conseil d'administration avait décidé le programme de la session de Paris, et il avait été reconnu qu'il était nécessaire d'apporter quelques modifications aux dispositions qui avaient été adoptées pour les congrès précédents; il avait pensé que le séjour dans la capitale, surtout à l'époque de l'Exposition universelle, présentait assez d'occasions de distractions et d'occupations sérieuses pour ne pas surcharger le programme. On avait donc résolu de ne faire les séances de section que le matin et de supprimer les séances générales; par contre, le nombre des visites industrielles fut notablement augmenté : enfin, une seule excursion générale avait été décidée en dehors des excursions finales. Il semble, d'après les résultats observés, que ces dispositions avaient été bien combinées et qu'elles répondaient à la situation. En outre, en dehors de la session proprement dite, mais s'y rattachant intimement, on avait décidé l'organisation d'une soirée scientifique et d'un banquet. Nous allons très-sommairement rendre compte de la session pour tout ce qui ne concerne pas les travaux des sections et les conférences qui sont reproduits dans le présent volume.

La séance d'inauguration eut lieu le jeudi 22 août, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, qui avait gracieusement été mis à la disposition de l'Association française pour la durée de la session : nous ne pouvons signaler ici les noms de toutes les personnes célèbres qui assistaient à cette imposante cérémonie : on a lu au commencement de ce volume les discours qui y furent prononcés, et qui, à diverses reprises, furent couverts d'applaudissements.

A l'issue de cette séance, les membres se réunirent au lycée Saint-Louis, où étaient disposées les salles de section et la salle de réunion, pour élire les bureaux et fixer l'ordre du jour du lendemain.

Les visites scientifiques et industrielles commencèrent dès le lendemain; quelques embarras se manifestèrent tout d'abord; les usines de Paris, restreintes dans leur étendue, ne pouvaient recevoir à la fois qu'un nombre déterminé de visiteurs; grâce à la bonne volonté et à l'obligeance inépuisable des proprié-

taires, directeurs et ingénieurs, on put faire jusqu'à deux ou trois séries pour chaque usine dans la même journée : c'est à peine cependant si l'on put arriver à satisfaire la curiosité des excursionnistes.

Nous devons nous borner à une sèche énumération des établissements qui furent visités par le Congrès : la variété et le nombre des industries qui furent ainsi étudiées successivement explique notre réserve à cet égard.

VISITES DU VENDREDI 23 AOUT

Imprimerie *Chaix*,
Orfévrerie *Christofle*,
Cristallerie *Maës*, à Clichy.
Fabrique de jumelles de *Lemaire*.

VISITES DU SAMEDI 24 AOUT

Collége Chaptal,
École Monge,
Groupe scolaire, salle d'asile (XVIIe arrondissement),
École Rodrigue Pereire, enseignement de la parole aux sourds-muets,
Forges et fonderies *Dalifol*,
Fabrique de papiers peints *Jouanny*.

VISITES DU LUNDI 26 AOUT

Manufacture des tabacs,
Ateliers de construction *Cail*,
Pharmacie centrale *Dorvault*,
Ballon captif *Giffard*.

VISITES DU MARDI 27 AOUT

Catacombes,
Observatoire national,
Observatoire météorologique de Montsouris,
Réservoir de Montrouge,
Faïencerie *Boulengé*, à Choisy-le-Roi.

VISITES DU MERCREDI 28 AOUT

Égouts de Paris,
École Turgot,
Teinturerie *Francillon*, à Puteaux,
Fabrique de couleurs d'aniline, *Poirrier*, à Saint-Denis.

VISITES DU JEUDI 29 AOUT

Observatoire d'astronomie physique de Meudon,
Utilisation agricole des eaux d'égouts dans la presqu'île de Gennevilliers,
Musée de la Société d'anthropologie,
Usine à gaz de la Villette.

Nous devons profiter de l'occasion pour renouveler les remerciements sincères qui ont été votés en assemblée générale à toutes les personnes qui ont contribué aux réceptions qui ont été faites aux membres de l'Association : non-seulement les visites ont été des plus intéressantes ; mais, grâce à l'obligeance

que nous avons rencontrée, elles ont été à la fois très-instructives et très-agréables : nous ne pouvons que regretter que les circonstances ne nous permettent pas d'entrer dans quelques détails sur chacune de ces industries. Nous dirons seulement que, malgré les visites multiples qui avaient lieu chaque jour, le nombre des billets disponibles fut toujours insuffisant, ce qui prouve l'empressement que mettaient les congressistes à profiter de cette occasion unique de se rendre compte, dans des circonstances exceptionnellement favorables, des industries variées qui contribuent à la richesse de Paris.

Nous ne parlerons pas ici de l'excursion qui fut faite le dimanche 25 août à l'École nationale d'agriculture de Grignon : nous en donnons ci-après un compte rendu spécial, mais nous ne pouvons pas ne pas parler de la soirée scientifique du 27 août qui fut, pour ainsi dire, la caractéristique du congrès de Paris, soirée scientifique qui seule eût suffi pour mettre cette session hors de pair, lors même que le nombre et l'importance des communications présentées n'eussent pas été un élément exceptionnel de succès.

Les directeur et sous-directeur du Conservatoire des Arts-et-Métiers, M. le général Morin et M. Tresca, membres de l'Institut, avaient bien voulu mettre les galeries du rez-de-chaussée, ainsi que les jardins de cet important établissement, à la disposition de l'Association française et prendre la direction de l'organisation matérielle, de telle sorte qu'une grande part de la réussite doit leur revenir. Les salles du rez-de-chaussée, éclairées à giorno par la lumière du gaz, la bibliothèque, le grand amphithéâtre, le jardin illuminé à la lumière électrique, la salle des machines en mouvement étaient ouverts aux membres de l'Association et aux nombreux invités auxquels des cartes avaient été adressées : les modèles emplissant certaines de ces galeries, modèles qui à eux seuls auraient suffi pour mériter une visite détaillée, n'étaient cependant qu'un élément de succès; dans l'amphithéâtre, de belles expériences d'optique faites par M. Duboscq et dont M. Cornu donnait l'explication dans une conférence fort goûtée, attiraient nombre de spectateurs; ici, M. Christofle avait installé quelques-unes de ses machines les plus intéressantes, là se trouvaient divers modèles de téléphones, plus loin le phonographe; à côté, la machine à écrire de Remington; dans la bibliothèque enfin étaient réunis les plus beaux spécimens des récents produits chimiques, de la métallurgie, des modèles accomplis de la céramique moderne, des appareils de physique et notamment une série de belles et intéressantes préparations microscopiques de M. Nachet, etc.

Ici encore, nous devons nous borner à une simple énumération des industriels et des savants qui avaient bien voulu contribuer à l'éclat de cette fête que nous croyons sans précédent à Paris : nous craignons seulement de faire quelque omission tant était grand le nombre de personnes qui avaient répondu à l'appel de notre président, M. Frémy, qui, dans cette occasion, avait pris une part des plus actives à l'organisation de la soirée.

Administration des télégraphes Poste télégraphique Morse Duplex.
Aimé-Girard.................. Photographies des fibres textiles.
Asselin...................... Matières grasses et glycérine.
Bastie (A. De la)............ Verre trempé.

Bezanson frères et Cie	Céruse.
Buss	Régulateur Cosinus.
Camus	Produits de la distillation du bois.
Casthelaz	Nouvelles matières colorantes.
Clolus	Glycérine, apprêts.
Coez (E.) et Cie	Extraits de bois de teinture.
Coupier (Th.) et Cie	Produits dérivés de la houille.
Dalifol (A.)	Fonte malléable, acier moulé.
Decaux	Collection de la manufacture des Gobelins.
Deck	Émaux.
Dehaynin	Produits dérivés de la houille.
Deleuil	Machine pneumatique à piston libre. — Balance de laboratoire.
Desmazures et Cie	Borax.
Deutsch (A.)	Huiles de pétrole.
Digeon	Modèle de transmission de mouvement de MM. Clément.
Dorvault et Cie	Produits chimiques.
Ducretet	Machine électrique de Holtz double, modifiée par M. Téploff.
—	Appareil de M. Cailletet pour la liquéfaction des gaz.
—	Appareil de M. Schwedoff pour l'étude des mouvements vibratoires des cordes.
Edison	Phonographe.
Fau	Machine à vapeur système Martin.
Feil	Verres d'optique. — Essai par la voie sèche.
Fremy et Clemandot	Essai de verre nacré.
Goubet	Système de transmission.
Gramme	Machine électrique.
Guinon fils et Cie	Produits tinctoriaux.
Laire (G. de) et Girard (Ch.)	Dragées à la vanille artificielle.
Jablochkoff	Éclairage de salles à l'aide de la bougie électrique.
Laurent	Saccharimètre.
Lefranc (A.)	Couleurs et vernis, encre d'imprimerie.
—	Collection destinée à l'École polytechnique.
Maes frères	Cristaux.
Marey (Dr)	Appareils enregistreurs.
Marquet (L.)	Produits divers.
Meissonnier	Matières colorantes.
Meunier et Cie	Spécimen de Damassé : La fée du dessert.
Monot et Cie	Cristaux et aventurine artificielle.
Mouchot	Chaudière solaire.
Paquelin (Dr)	Appareils chirurgicaux et fers à souder à foyer de platine.
Pellieux et Mazé-Launay	Produits des varechs.
Poirrier (A.)	Matières colorantes.
Poulenc et Wittmann	Produits chimiques.
Redier	Thermomètre enregistreur.
Rousseau	Appareil d'analyse pour les alliages.
Sautter et Lemonnier	Pluviomètre adopté par l'Association scientifique de France.
—	Machine Gramme pour lumière électrique.
Serrin	Régulateur de lumière électrique.
Seurin (G.)	Vernis.
Solvay et Cie	Nouveau procédé de fabrication de la soude.
Société des Batignolles	Pulsomètre de Hall.

TERRE-NOIRE (Forges de)....... Fer au manganèse.
THOMAS (L.).................... Échantillons de gallium.
THOMSON....................... Pile électrique.
TISSIER (F.).................... Produits des varechs.
TROUVÉ......................... Appareils électro-médicaux.
TUGOT frères.................... Vernis.
VINCENT........................ Distillation des vinasses de betteraves.
WILLIAMS....................... Machine à écrire.
Application des vernis sur les métaux.
Missel de l'abbaye Saint-Martin-des-Champs.

La dernière journée, celle du jeudi 29 août, avait été fort chargée : le matin, il y avait eu séance dans toutes les sections ; dans la journée, des visites scientifiques diverses avaient dispersé les membres qui s'étaient trouvés réunis à la Sorbonne pour l'Assemblée générale. Enfin, le soir, un banquet de 250 couverts réunissait à l'hôtel Continental ceux des membres de l'association qui s'étaient inscrits les premiers. Les dimensions de la salle ne permettaient pas d'en placer un plus grand nombre.

Le banquet était présidé par M. Bardoux, ministre de l'instruction publique, qui doit présider, comme on sait, le congrès de l'Association à Montpellier l'année prochaine. Il avait à sa gauche M. Sigismond Lacroix, vice-président du conseil municipal, remplaçant le président, M. le Dr Thulié, empêché, à sa droite M. Frémy, président du congrès, et M. Tambour, secrétaire général de la préfecture de la Seine, représentant le préfet M. Ferdinand Duval, en voyage.

Au dessert, M. Frémy a prononcé un toast très-chaleureusement applaudi :

« MESSIEURS,

» Permettez-moi, dans mes premières paroles, de proclamer hautement le succès de notre congrès de Paris, qui a réussi, nous devons le dire, au delà de toutes nos espérances.

» On nous avait fait craindre que notre session de Paris ne fût éclipsée par les splendeurs de l'Exposition.

» Quant à moi, je n'ai jamais douté de ce succès : je savais bien que Paris accueillerait avec enthousiasme une œuvre scientifique comme la nôtre, qui est inspirée par le dévouement et le patriotisme.

» J'accomplirai un devoir qui m'est bien doux en adressant ici, en votre nom, nos sentiments de profonde gratitude à ceux qui ont contribué à l'éclat de notre session.

» Je veux remercier d'abord nos collègues éminents venus en si grand nombre de l'étranger pour nous faire connaître leurs importantes découvertes.

» Dans cet empressement, laissez-moi le dire, nous voyons plus qu'un acte scientifique; nous y trouvons une sympathie réelle pour notre cher pays : vous avez voulu, je n'en doute pas, constituer avec nous cette République des sciences qui doit s'étendre à tous les pays. Merci donc, chers et éminents collègues, et merci du fond du cœur.

» Vous voudrez aussi vous joindre à moi, pour remercier encore une fois la municipalité parisienne qui nous a si généreusement dotés et qui, en nous

ouvrant tous ses établissements consacrés à l'instruction, vous a montré ce qui est réellement la gloire de la capitale.

» Nous adressons également, en votre nom, tous nos remerciments à M. le préfet de la Seine et à M. le secrétaire général qui le représente ici, pour les visites si intéressantes et si instructives qu'ils ont organisées à l'occasion de notre congrès.

» Vous avez vu les travaux grandioses de l'ingénieur illustre que la France a perdu récemment, et vous savez aujourd'hui comment une grande ville arrive à se débarrasser de tous ces résidus qui nuisent à la salubrité et comment elle peut les utiliser pour l'agriculture.

» M. le ministre de l'agriculture et du commerce a contribué, et nous l'en remercions vivement, à l'éclat de notre congrès, par les fêtes qu'il nous a données.

» Vous n'oublierez pas, Messieurs, cette excursion que nous avons faite à Grignon; l'hospitalité si large et si gracieuse de M. le directeur de l'agriculture.

» La visite de ce bel établissement a permis de constater toute l'habileté du directeur, et la conférence de chimie agricole qui a été faite devant nous par un des professeurs les plus distingués de Grignon, nous a fait comprendre la rapidité des progrès que les élèves font avec de pareils maîtres.

» En sortant de Grignon nous disions tous : « Cette belle école d'agriculture est un véritable modèle que l'on ne connaît pas assez; l'État la soutient et la développe avec raison : c'est ici que les instituteurs devraient puiser des connaissances pratiques d'agriculture qu'ils répandraient ensuite si utilement dans nos campagnes; et c'est à Grignon que les fils de nos grands propriétaires devraient apprendre à dépenser, en améliorations agricoles, une fortune qui profiterait à tous. »

» Dans l'expression de nos sentiments de gratitude, nous ne devrons pas oublier M. le général Morin et M. Tresca, qui nous ont donné cette belle fête scientifique du Conservatoire des Arts-et-Métiers.

» Cet admirable établissement qui, dans son enseignement, place la science pure à côté de ses applications, et que j'ai appelé le Louvre des applications industrielles, exprime bien cette alliance féconde et aujourd'hui indissoluble de la Science et de l'Industrie.

» J'arrive à toutes les visites que vous avez faites dans les grandes usines parisiennes.

» Vous avez vu à l'œuvre et au travail, ces ouvriers parisiens si justement vantés, et vous savez actuellement si on peut dire que Paris n'est qu'une ville de luxe et de plaisir.

» Il m'est impossible de remercier nominativement tous les grands fabricants qui ont bien voulu ouvrir leurs belles usines à nos collègues et leur faire les honneurs de *Paris industriel.*

» Qu'ils me permettent seulement de dire ici que ces visites ont laissé dans l'esprit de tous les membres du congrès un souvenir de profonde et juste admiration.

» Nous adressons les mêmes sentiments de reconnaissance à nos amis et à

nos confrères qui ont fait les honneurs à nos collègues de nos observatoires, de nos établissements scientifiques et qui, dans des conférences si instructives, ont expliqué leurs propres découvertes.

» Paris a donc fait ses efforts pour donner à notre session tout l'éclat désirable.

» Mais, Messieurs, l'organisation de cette fête de la science, se présentant au moment où tant d'autres fêtes se donnaient à Paris, offrait des difficultés que vous comprendrez parfaitement.

» La réussite du congrès de Paris que nous sommes si heureux de constater, est due aussi, je vous l'affirme, au savant ingénieur des Ponts-et-Chaussées, qui est, il faut le reconnaître, l'âme de nos congrès et la vie de notre Association.

» Je suis donc persuadé que vous vous associerez à moi pour adresser nos remercîments les plus sincères à M. Gariel.

» Enfin, Messieurs, vous le savez, les fêtes comme les nôtres ont besoin, pour réussir, d'un patron bienveillant et puissant.

» Nous avons eu tous les bonheurs possibles dans ce Congrès de Paris.

» Celui qui a bien voulu prendre notre œuvre scientifique sous son patronage est le ministre éminent que nous aimons tous, qui préside actuellement pour l'année 1879, notre Association.

» Avant d'être ministre, comme membre de la commission du budget, et depuis qu'il est ministre, il n'a laissé échapper aucune occasion de montrer l'intérêt qu'il porte aux sciences et aux savants.

» Je vous demande, Messieurs, de boire avec moi à la santé de notre cher Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, M. Bardoux. »

M. le Ministre de l'Instruction publique a répondu :

« Je vous remercie, monsieur le président, des paroles trop bienveillantes que vous venez de m'adresser. Je suis heureux de les avoir entendues d'un des hommes qui honorent la science française devant l'Europe. Je vous appartiens, du reste, comme vice-président de l'Association et je suis appelé au redoutable honneur de présider, l'an prochain, le congrès de Montpellier. Ma tâche sera difficile : vous êtes de ceux auxquels on succède et qu'on ne remplace pas. Mais je crois que le meilleur remercîment, celui qui vous ira le plus au cœur, est le toast que je propose de porter à l'Association française pour l'avancement des sciences. Ce toast, je le porte au nom du gouvernement de la République dont j'ai l'honneur d'être ici le représentant. La République aime la Science, elle souhaite avec ardeur son développement. Notre Association représente avant tout le progrès, la civilisation et la liberté, trois choses que nous défendons dans la République. Partout où vous allez, Messieurs, vous plantez votre drapeau ; vous semez les idées, et chaque fois que vous êtes allés tenir vos assises en province, permettez-moi l'expression, vous ouvrez les fenêtres, vous faites entrer l'air et la lumière. Vous encouragez partout le travail modeste, vous faites sortir de l'ombre les inconnus, vous n'appartenez à aucune coterie, vous êtes indépendants comme la science. Le gouvernement de la République vous salue donc, Messieurs. Je souhaite la bienvenue à tous

les étrangers qui ont compris que la France est une nation généreuse et hospitalière entre toutes et qui aiment notre grande ville de Paris.

» Je bois donc à notre Association et à l'avenir de la science ; plus vous élèverez la science et plus vous arriverez à connaître la vérité, plus vous vous élèverez, de telle sorte qu'en buvant à la science nous buvons au progrès de l'humanité tout entière. »

Après M. Bardoux, M. Sigismond Lacroix, vice-président du Conseil municipal, a porté le toast suivant :

« MESSIEURS,

» L'absence regrettable de mon savant collègue et président M. le docteur Thulié m'impose le redoutable honneur de représenter, dans cette solennité, le Conseil municipal de Paris et de porter la parole devant vous au nom des élus de la grande ville. Je n'aurai, d'ailleurs, que quelques mots à dire en réponse aux remercîments qui ont été adressés tout à l'heure à la municipalité parisienne.

» Ces remercîments, — à l'encontre de ce qu'a fait tout à l'heure pour son compte, et trop modestement, M. le Ministre, — permettez-moi de les accepter au nom du Conseil municipal et au nom de Paris ; ces remercîments, Paris et le Conseil municipal les méritent. Paris et le Conseil municipal sont passionnément dévoués à l'idée du progrès ; Paris et le Conseil municipal savent que la culture scientifique est le plus grand intérêt d'un peuple ; Paris et le Conseil municipal savent qu'en allant dans les départements propager l'esprit scientifique, vous posez les bases des progrès les plus certains et vous répandez dans le pays la semence des rénovations les plus fécondes. Voilà pourquoi Paris et le Conseil municipal ont fait ce qu'ils ont pu pour vous accueillir et offrir à votre Association une hospitalité digne de vous et digne de nous.

» On disait, il y a quelques minutes, que toutes les sciences étaient sœurs. Ce n'est peut-être pas assez dire : la science est une. Sciences naturelles, sciences physiques, sciences sociales ou politiques, c'est tout un, car tout cela, c'est la science de la nature et de l'homme. Il n'y a qu'une chose qui soit la science : c'est la connaissance des lois qui régissent la nature, qui régissent l'homme, qui régissent aussi les sociétés humaines. C'est pourquoi aussi je ne crois pas sortir des limites que comporte le caractère de cette réunion en vous proposant le toast suivant : à l'avancement des sociétés par la science. »

Enfin, M. Broch, professeur à l'Université de Christiania, a pris la parole en ces termes, au nom des savants étrangers :

« MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

» Les savants étrangers honorés par votre invitation m'ont demandé d'être ici l'interprète de leurs sentiments les plus cordiaux pour l'accueil bienveillant et aimable que vous leur avez fait.

» Messieurs, à une des excursions que nous a fait faire l'Association, à Grignon, j'ai vu dans la salle où on nous a reçus l'inscription : *Par la science pour la Patrie.*

» C'est, Messieurs, la devise de l'Association française pour l'avancement des sciences. Quand, il y a six ans, après des revers terribles dont la France avait été la victime, il s'agissait de relever la patrie et de lui rendre sa grandeur et sa force, des savants français ont compris qu'une large part de cette tâche s'imposait à eux et ils ont formé cette Association. A notre époque, la science est une puissance, non-seulement parce que tout progrès dans les sciences doit, tôt ou tard, se transformer en un progrès de l'industrie et de tous les intérêts matériels, mais c'est plus encore parce que les sciences sont la base de l'état intellectuel et moral des peuples. C'est des hommes de science que la jeunesse reçoit son éducation. Inspirer à la jeunesse le goût des hautes études et l'amour de la science, c'est placer l'avenir d'un pays sur la base la plus large et la plus solide.

» L'Association française pour l'avancement des sciences a parcouru la France. Elle a tenu ses séances tantôt à Bordeaux, tantôt à Lyon, tantôt à Lille, à Nantes, à Clermont-Ferrand, au Havre et cette année à Paris. Elle a formé de cette manière un lien entre les savants français distribués sur tout le territoire de votre patrie.

» Par ses nombreuses sections elle embrasse toutes les sciences; et cela est d'une grande importance. Car si dans notre temps les sciences se divisent de plus en plus, de sorte qu'un savant ne peut plus, comme autrefois, embrasser, à lui seul, toutes les sciences; si dans ses travaux il doit nécessairement se restreindre à l'une d'elles et même souvent à une partie d'une science, en même temps toutes les sciences se mêlent aujourd'hui de plus en plus les unes avec les autres. Celui qui cultive les hautes études sent bien qu'à tout moment il a le besoin de l'assistance et des lumières des autres sciences. La confraternité des savants est donc une nécessité pour les progrès mêmes des sciences. C'est dans des associations comme la vôtre et à des banquets comme celui-ci que cette confraternité se développe.

» Si les questions de haute science ne sont pas résolues dans ces réunions, si elles ne le sont définitivement que dans les laboratoires et dans les cabinets de travail des savants, ces questions sont ici remuées et posées. Or, bien poser une question scientifique, c'est déjà la résoudre à moitié. Toute question scientifique bien posée sera nécessairement résolue; tant qu'elle ne l'est pas, on peut être sûr qu'elle a été mal posée.

» L'Association française pour l'avancement des sciences a, depuis ses premières séances annuelles, invité des savants étrangers à prendre part à ses travaux. Nous la remercions de tout notre cœur pour ces gracieuses invitations. Ce n'est pas seulement un honneur individuel qu'elle nous fait et dont nous sommes fiers, mais c'est encore un témoignage de la confraternité universelle des savants.

» Dans cette France, si sympathique pour toutes les idées généreuses, dans cette France, d'où ont si souvent jailli les éclairs des grandes idées qui ont ouvert des carrières nouvelles aux sciences, tout étranger qui y vient, animé par le feu sacré de la science, et à cœur ouvert, est toujours sûr d'être reçu à bras ouverts et de sentir les cœurs des savants français rencontrer le sien. C'est que non-seulement les portes de leurs laboratoires et de leurs cabinets de

travail nous ont été ouvertes, mais encore les portes de leurs foyers et de leurs familles. Nous trouvons en France une seconde patrie.

» J'ai l'honneur, au nom des savants étrangers, de porter un toast à l'Association française pour l'avancement des sciences et de l'adresser à son président, mon illustre confrère, M. Frémy. »

Malgré la clôture officielle de la session, les membres se trouvèrent encore réunis le vendredi 30 août : il s'agissait d'excursions finales intéressantes l'une et l'autre bien que fort différentes, la première à la poudrerie de Sevran-Livry, la seconde à l'usine de M. Menier à Noisiel-sur-Marne.

Le nombre des excursionnistes qui purent faire la visite de la poudrerie avait été limité, en raison des précautions spéciales qu'il était nécessaire de prendre dans cet établissement, et nombre de personnes qui eussent voulu y aller ne purent obtenir de cartes. Le Congrès fut reçu à la poudrerie par M. Arnoult, directeur, assisté des ingénieurs de la manufacture qui, les uns et les autres, prirent la direction des divers groupes en lesquels on s'était divisé et qui donnèrent avec une grande netteté et beaucoup d'obligeance toutes les explications propres à augmenter l'intérêt de cette visite. L'établissement parait parfaitement aménagé avec ses pavillons distincts rangés sur une demi-circonférence dont le centre est occupé par une machine à vapeur : des câbles télodynamiques dirigés suivant les rayons transmettent le mouvement aux meules et autres appareils de fabrication. Il semble que toutes les précautions aient été prises pour éviter les accidents qui sont toujours à redouter. Après un lunch qui nous fut gracieusement offert et où les détonations des bouteilles de champagne rappelaient seules les batailles, nous nous rendîmes en une partie du bois assez éloignée des bâtiments et où, sous la direction de M. Sarrau, ingénieur en chef des poudres, des expériences comparatives furent faites relativement à l'emploi des divers composés explosifs, poudre, coton-poudre, picrate de potasse, dynamite : ces expériences intéressèrent vivement les assistants, qui durent cependant s'éloigner pour se rendre en un autre point où M. le commandant Sebert avait tout disposé pour répéter ses importantes expériences sur la détermination de la loi du mouvement des canons et de leurs projectiles. Ce ne fut pas sans un véritable regret, que l'heure du train approchant, il fallut quitter cet établissement où l'on avait été si bien reçu et ces expériences diverses au sujet desquelles on eût pu apprendre tant de détails intéressants.

La seconde excursion à laquelle un très-grand nombre de membres purent prendre part avait pour but l'usine de Noisiel. Un train spécial attendait les excursionnistes à la gare de l'Est pour les conduire à Lagny, où un bateau à vapeur appartenant à M. Menier les prenait pour les amener à Noisiel ; là, en l'absence de M. Menier malade, le Congrès fut reçu par M. Menier fils. La visite de l'Usine commença aussitôt, et nous regrettons qu'il ne nous soit pas possible de donner une description de cet important établissement dans lequel toutes les parties sont à étudier : les turbines qui produisent une partie de la force motrice, la machine à vapeur, les bâtiments établis sur la Marne, la machinerie si complexe et si bien installée, les rafraichissoirs, etc. On comprend

après une semblable visite, la puissance de production de cet établissement qui tient la tête de cette industrie, dans notre pays au moins.

Mais tout l'intérêt n'était pas épuisé lorsque l'on eut terminé la visite de l'usine et, bien qu'à d'autres points de vue, on prit un véritable plaisir à examiner les maisons, les cités ouvrières, les écoles construites par M. Menier. Ce n'est pas seulement l'habileté de l'industriel qui frappe l'esprit dans une visite à Noisiel, c'est aussi la largeur de vues de l'économiste qui s'efforce d'amener le bien-être dans les classes ouvrières

Ajoutons enfin qu'un magnifique lunch fut servi aux excursionnistes pour compléter une journée si bien remplie, et que la distribution d'une notice, avec dessins, relative à l'usine de Noisiel, leur permit d'emporter avec le souvenir d'une visite extrêmement intéressante des renseignements précis sur cet important établissement.

Enfin, et pour clore absolument la session de Paris, les membres du Congrès avaient été invités à une réception de M. le Ministre de l'Instruction publique, qui avait lieu le même soir. Il est à peine nécessaire de dire que tous les membres emportèrent de cette réception le meilleur souvenir de l'affabilité exquise du Ministre, M. Bardoux, qui se trouvait en même temps et dès ce jour être le Président de l'Association pour l'année 1878-1879.

VISITE A L'ÉCOLE DE GRIGNON.

— 25 août 1878. —

L'École de Grignon est située dans le département de Seine-et-Oise, à 16 kilomètres environ à l'ouest de Versailles. On s'y rend très-aisément par le chemin de fer de l'Ouest, ligne de Dreux et de Granville.

L'École date de 1828, elle est installée dans un beau château Louis XIII qui avait été donné par l'empereur Napoléon Ier au maréchal Bessières; les héritiers du maréchal obtinrent sous la Restauration que ce domaine fût repris par la liste civile, et le roi Charles X en céda la jouissance à une Société à la tête de laquelle se trouvaient l'ingénieur Polonceau et Auguste Bella. Cette société voulait montrer qu'il est possible d'engager de gros capitaux dans la culture de terres de qualité médiocre, de servir les intérêts de ce capital, et même de le retrouver intégralement à la fin de l'exploitation; elle cherchait donc à faire œuvre d'enseignement et elle résolut de joindre à son exploitation une école d'agriculture. En 1848, sous le ministère Houret, cette école reçut une nouvelle organisation, elle se soutint pendant l'Empire, médiocrement encouragée par l'Administration. Mais depuis la guerre, sous la vigoureuse impulsion du directeur, M. Dutertre, avec l'aide puissante du directeur de l'agriculture, M. Porlier, elle a pris un nouvel essor, et il ne lui manque

que d'être plus connue du public pour rendre tous les services qu'on est en droit d'en attendre.

L'École d'agriculture de Grignon reçoit des élèves internes (c'est le plus grand nombre), ils donnent 1,200 francs par an pour leur nourriture, leur logement, leur instruction ; des élèves externes, qui ne reçoivent que l'instruction, mais qui participent à tous les exercices, enfin des auditeurs libres qui ne sont astreints à aucune obligation, qui assistent aux cours qu'ils désirent suivre, sans que l'Administration exerce vis-à-vis d'eux aucune surveillance; ces auditeurs libres sont habituellement des étrangers, ils logent dans le village et restent à l'École pendant une année ou un semestre ; les auditeurs libres comme les externes paient 200 francs par an.

La durée des études comporte deux ans et demi ; les élèves entrent à la suite d'un examen au mois d'octobre. Au mois de mars, à la fin du premier semestre, ils subissent un examen sur les matières enseignées pendant ce premier semestre; ceux qui ne répondent pas d'une façon satisfaisante, qui n'atteignent pas un nombre de points déterminé, sont impitoyablement renvoyés.

Les mêmes examens éliminatoires se répètent à la fin de chaque semestre; les examens de sortie ont lieu au mois de mars, deux ans et demi après l'entrée, les élèves les plus méritants reçoivent un diplôme, les plus faibles un certificat d'étude.

Les cours sont assez nombreux. Voici, d'après le programme qui nous a été remis à l'École, les noms des professeurs :

Chimie générale et agricole, M. Dehérain; — Économie rurale, législation, M. Dubost; — Agriculture, M. Éliçabide; — Génie rural, M. Grandvoinnet; — Botanique, M. Mussat; — Technologie, M. Millot, — Sylviculture, M. Mouillefert; — Zootechnie, M. Sanson ; — Météorologie, géologie, M. Pouriau.

En outre, il existe un cours de comptabilité professé par M. Jubert, agent comptable, un cours d'hygiène, dont le titulaire est M. le docteur Sergant, des conférences d'arboriculture et d'entomologie.

Chaque cours est fortifié par des applications pratiques qui sont dirigées par les professeurs et les répétiteurs, les élèves s'y exercent aux manipulations chimiques, à la détermination des espèces minéralogiques, botaniques, au dessin, à l'arpentage, à la conduite des machines, des animaux, etc.; l'enseignement est donc à la fois théorique et pratique, et paraît bien conçu pour faire des agriculteurs habiles et sachant la raison des opérations agricoles qu'ils entreprennent.

A l'arrivée du train à onze heures à la gare de Grignon, nous nous trouvons quatre-vingts environ, notre bureau est presque au complet. M. Frémy, président ; M. le commandant Perrier, secrétaire général ; M. le comte de Saporta, vice-secrétaire ; M. Masson, trésorier, ont répondu à l'invitation du Ministre ; des voitures nous attendent à la gare, nous y prenons place. Le personnel de l'École, arrivé pour nous recevoir, veille à ce que chacun soit casé. Nos omnibus se mettent en route, et bientôt au bas d'une descente assez rapide, nous apercevons les beaux bâtiments de l'École ; nous pénétrons dans la cour d'honneur, nous gravissons un escalier de grand style, et dans le salon d'honneur nous sommes accueillis par le directeur de l'agriculture

M. Porlier, représentant le Ministre, et par les fonctionnaires présents à l'École.

Le déjeuner était servi sous un grand hangar, dit la Machinerie, qui avait été très-élégamment décoré de feuillages et de drapeaux. Aux deux extrémités de la salle sont deux grandes tables auxquelles prennent place les membres du bureau, les invités étrangers; les autres excursionnistes se groupent à des tables qui sont présidées par un des fonctionnaires de l'École. L'assistance est nombreuse, nous remarquons M. Thénard, membre de l'Académie des sciences; M. Broch, professeur à Christiania, M. et Mme Baillon, M. Barral, secrétaire perpétuel de la Société centrale d'agriculture; M. Corenwinder, de Lille; M. Pagnoul, d'Arras, etc. Les honneurs du déjeuner sont faits avec une grâce parfaite par Mme Dutertre, la femme du directeur absent par suite d'une mission dans le midi de la France.

Après le repas, M. Porlier se lève et lit le toast suivant, dans lequel il fait allusion à M. Gambetta, qui avait bien voulu faire espérer sa présence à Grignon, et dont on a vivement regretté l'absence.

« MESSIEURS,

» Une voix plus autorisée que la mienne devait se faire entendre aujourd'hui au milieu de vous. M. Teisserenc de Bort, ministre de l'agriculture et du commerce, qui a répondu avec empressement à la demande de notre honorable président, voulait lui-même vous faire les honneurs de l'École. Retenu à Paris par d'autres soins, il m'a laissé le difficile devoir de le remplacer. C'est donc en son nom, au nom de l'administration de l'agriculture, au nom de notre cher directeur, qui regrette si vivement d'être éloigné de nous, au nom des professeurs et des élèves, que je vous remercie d'avoir bien voulu choisir Grignon comme but de l'une de vos excursions. Déjà, dans votre session de Nantes, vous êtes allés à Grand-Jouan; l'année prochaine, à Montpellier, je l'espère, vous ne manquerez pas de visiter notre école nationale du Midi, et je vous y donne rendez-vous en 1879. Vous pourrez ainsi voir et comparer ce que chacun de ces établissements renferme de spécial et d'utile.

» Depuis 1870, le gouvernement de la République, qui a tant fait en France pour l'instruction de tous, n'a pas négligé l'enseignement agricole. Il a rétabli à Paris l'Institut national agronomique, supprimé en 1852. Des chaires d'agriculture nomade ont été instituées dans un certain nombre de départements, des cours spéciaux ont été créés dans les écoles normales. Une loi de 1875, en maintenant les fermes-écoles déjà existantes, a autorisé la création des écoles pratiques de l'agriculture, et pour ne parler que de Grignon, d'importantes améliorations ont été apportées à l'enseignement scientifique et pratique.

» Sur la proposition de la commission du budget, dont l'illustre président nous avait fait espérer sa présence, une mesure vitale pour l'établissement a été prise par les Chambres, décision qui a fait tomber les barrières dans lesquelles, depuis 1869, le vieux Grignon était resté renfermé.

» Aujourd'hui, le domaine de 300 hectares lui est restitué : il fournit ainsi à nos professeurs et à nos élèves un vaste champ d'études où la science et la

pratique trouvent leurs applications les plus larges et les plus utiles. C'était pour Grignon, après dix ans de servitude, une sorte de libération de son territoire. J'aurais été heureux de pouvoir en remercier ici publiquement M. le président de la commission du budget. Grâce à cette mesure appelée de tous nos vœux, grâce à l'intelligence active et puissante de notre cher directeur qui pourra désormais donner une impulsion nouvelle à cette grande exploitation, digne de lui, grâce au savoir et au dévouement de ses professeurs, qui, sont des vôtres pour la plupart, Grignon deviendra la première école agricole du monde.

» Tel qu'il est aujourd'hui, Grignon vous ouvre ses portes. Fier de ses cinquante années d'existence, il vous salue avec joie et vous remercie. Votre visite sera inscrite dans ses annales et dans ses souvenirs. Comme vous, à son début, son fondateur avait inscrit sur son drapeau une devise, sœur aînée de la vôtre: « Le sol, c'est la patrie. » Animés de la même pensée, Messieurs, vous poursuivez avec succès votre œuvre de civilisation, de progrès et de liberté et vous prouvez à tous que faire avancer la science, c'est servir dignement la patrie. Je bois à la prospérité et à l'avenir de l'Association française. »

M. Frémy, président de l'Association, se lève et répond au discours de M. Porlier par une brillante improvisation :

« MESSIEURS,

» En prenant la parole au nom des membres de l'Association française pour l'avancement des sciences, vous me permettrez d'abord d'adresser tous nos remercîments à M. le Ministre de l'agriculture et du commerce, qui nous offre, à Grignon, l'hospitalité la plus large et la plus gracieuse.

» C'est l'éminent directeur de l'agriculture qui veut bien nous faire les honneurs de Grignon : sa haute compétence dans toutes les questions qui concernent les sciences agricoles donne à cette visite un intérêt exceptionnel : vous n'ignorez pas du reste que c'est à M. Porlier, que Grignon doit aujourd'hui sa grande prospérité.

» Les membres de notre Association avaient le plus vif désir de visiter ce bel établissement, qu'il faut considérer comme le modèle accompli d'une école d'agriculture.

» Ici, en effet, toutes les dispositions sont prises pour rendre l'enseignement agricole réellement utile ; l'instruction porte à la fois sur la théorie et la pratique: les élèves sortant de l'amphithéâtre, où les principes de la science leur ont été exposés, entrent dans les laboratoires, pour contrôler eux-mêmes, par l'expérience, les théories que le professeur a données ; c'est ainsi que se développe, chez eux, cet esprit d'observation, qui est la qualité la plus précieuse d'un agriculteur.

» Les cours de Grignon sont confiés à des savants distingués : vous entendrez tout à l'heure M. Dehérain, qui voudra bien résumer devant nous ses beaux travaux de physiologie végétale, sur l'efficacité des différents engrais dans les principales cultures, et sur la fixation de l'azote atmosphérique par les végétaux ; en écoutant M. Dehérain, vous comprendrez tout l'intérêt qui s'attache

à l'enseignement de Grignon et la rapidité des progrès que les élèves doivent faire avec de tels maîtres.

» A l'éducation théorique succèdent les études pratiques, qui reçoivent ici tous les développements désirables.

» Les élèves sont appelés, en effet, à suivre les détails d'une grande exploitation agricole basée sur les meilleurs principes : ils étudient à fond toutes les questions qui se rapportent au développement des plantes utiles, à l'élevage des animaux, à la préparation et à l'emploi des engrais.

» En présence de pareils résultats, notre Association, qui s'intéresse à tout ce qui peut être utile au pays, n'hésite pas à émettre le vœu que l'éducation agricole, beaucoup trop négligée jusqu'à présent, prenne en France une extension considérable.

» Ce vœu, nous l'adressons à ceux qui jugent et qui décident et qui, par leur bienveillant appui, ont exercé déjà une si grande influence sur le développement de cette école d'agriculture.

» L'éducation agricole doit pénétrer dans des couches sociales qui, jusqu'à présent la négligent.

» Je voudrais appeler à Grignon un certain nombre d'instituteurs distingués qui, en revenant ensuite dans nos campagnes, donneraient aux paysans des indications précises sur la nature de leurs terres, sur les engrais qui leur conviennent, sur le genre de culture qui peut leur présenter le plus d'intérêt, et sur les procédés à employer pour combattre les ennemis du sol arable.

» En mettant ainsi l'instituteur, qui élève les enfants, à même d'adresser aux pères des conseils utiles dans leur pratique agricole, on donnerait une force considérable à celui qui peut, mieux que personne, s'opposer à la désertion des campagnes, en démontrant qu'une culture bien conduite assure souvent un revenu important.

» Je voudrais aussi que les fils de nos grands propriétaires, qui éprouvent tant d'embarras dans le choix d'une carrière, vinssent à Grignon, pour apprendre comment on dirige utilement un domaine, et apprécier toutes les satisfactions que procure l'étude de la science agricole, la plus noble et la plus utile de toutes les sciences ; en restant à la campagne et en y dépensant leurs revenus, ils accompliraient un acte réellement patriotique et feraient disparaître rapidement, j'en ai la conviction, les difficultés qui s'élèvent souvent entre ceux qui possèdent la terre et ceux qui la cultivent.

» Telles sont les idées qu'inspire une visite à Grignon.

» Avant de quitter ce bel établissement, vous me permettrez, Messieurs, d'exprimer en votre nom deux sentiments que nous éprouvons tous.

» Nous regrettons bien vivement de ne pas rencontrer ici l'habile directeur de Grignon, pour lui adresser nos compliments les plus vifs et les plus sincères, sur les résultats qu'il a obtenus par sa direction si intelligente : nous savons que M. Dutertre ne se repose jamais et que ses vacances sont consacrées en ce moment à des inspections agricoles.

» J'ose espérer que la personne qui a organisé cette belle fête, et qui, par sa grâce et sa bonté, remplace pour les élèves de Grignon, la famille absente, voudra bien recevoir l'expression de tous nos remercîments.

» Messieurs, au nom de tous les membres de l'Association française pour l'avancement des sciences, je porte la santé de Mme Dutertre. »

Après quelques paroles aimables du commandant Perrier, de M. de Roosmalen, sous-directeur de l'École, on commence la visite de l'établissement, on passe de la vacherie aux bergeries, au jardin botanique, à la salle des collections, aux dortoirs magnifiquement installés dans les grands salons du château ; chaque élève a une petite cellule fermée de trois côtés et par devant un rideau, mais complétement ouverte par le haut et trouvant une ample provision d'air sous les vastes plafonds de ces grandes salles.

Dans les laboratoires, les conchyologistes admirent la belle collection de coquilles qu'on trouve dans les sables qui affleurent en plusieurs points du domaine et qui sont bien connus des géologues ; le laboratoire de chimie nous arrête plus longtemps, une expérience curieuse y était disposée, il s'agissait de faire voir le spectre de la *chlorophylle*, de cette matière verte qui existe dans tous les végétaux. M. Maquenne, répétiteur, y a réussi en lançant les rayons d'une puissante lumière au travers d'une auge de verre renfermant une dissolution de chlorophylle et en recevant les rayons dans un spectroscope auquel chacun venait successivement appliquer un œil curieux. La lumière éclatante employée était obtenue à l'aide d'une flamme de gaz alimentée par un courant d'air qui rendait incandescent un petit cylindre de toile de platine.

A deux heures, nous sommes rejoints par une nouvelle série d'excursionnistes partis de Paris à midi et demi : M. et Mme Friedel, M. Daubrée, M. Bréguet, une soixantaine de membres de l'Association viennent se joindre aux premiers arrivés, on monte en voiture pour aller visiter le champ d'expériences, dont M. Dehérain nous fait les honneurs, nous y voyons une culture de maïs-fourrage soutenu par des engrais de diverses natures ; il est clair que sur le sol de Grignon, le fumier de ferme a une supériorité incontestable; mais le temps nous presse et nous retournons à l'École, où M. Dehérain doit faire une conférence sur les cultures du champ d'expériences, conférence que nous regrettons de ne pouvoir reproduire (1).

A la fin de cette intéressante leçon de chaleureux applaudissements saluent le sympathique professeur. Mais l'heure s'avance ; on est averti qu'un lunch est préparé à la Machinerie. On y trouve, en effet, des fruits, des pâtisseries, des vins d'Espagne, de la bière. Il faut songer au départ ; les omnibus se remplissent, et bientôt tous les excursionnistes sont réunis à la gare, enchantés d'une journée bien remplie, qui leur a fait connaître un des établissements scientifiques qui font le plus d'honneur au pays.

(1) Cette conférence a été publiée *in extenso* dans *la Revue scientifique*, 2e sem. 1878, p. 300.

TABLE ANALYTIQUE

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES MEMBRES

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

SÉANCES GÉNÉRALES

SÉANCES DE SECTIONS

PREMIER GROUPE. — SCIENCES MATHÉMATIQUES

1re et 2e sections. — Mathématiques, astronomie, géodésie et mécanique.

3e et 4e sections. — Navigation, Génie civil et militaire.

2e GROUPE. — SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

5e Section. — Physique.

6e Section. — Chimie.

7e section. — Météorologie et physique du globe.

TROISIÈME GROUPE. — SCIENCES NATURELLES

8e section. — Géologie et minéralogie.

9e section. — Botanique.

10e section. — Zoologie.

11e section. — Anthropologie.

12e section. — Sciences médicales.

QUATRIÈME GROUPE. — SCIENCES ÉCONOMIQUES.

13e section. — Agronomie.

14e section. — Géographie.

15e section. — Economie politique et statistique.

Sous-section de pédagogie.

CONFÉRENCES.

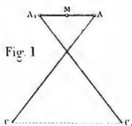
EXCURSIONS ET VISITES INDUSTRIELLES

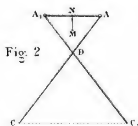
TABLES.

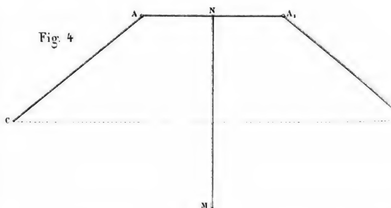
IMPRIMERIE CENTRALE DES CHEMINS DE FER. — A. CHAIX ET C[ie], RUE BERGÈRE, 20, A PARIS. — 21043-8.

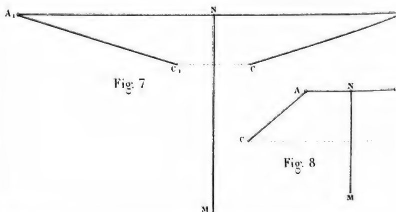
Imp. Erhard, 12 rue Duguay-Trouin

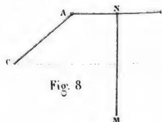
PLAN DE PARIS





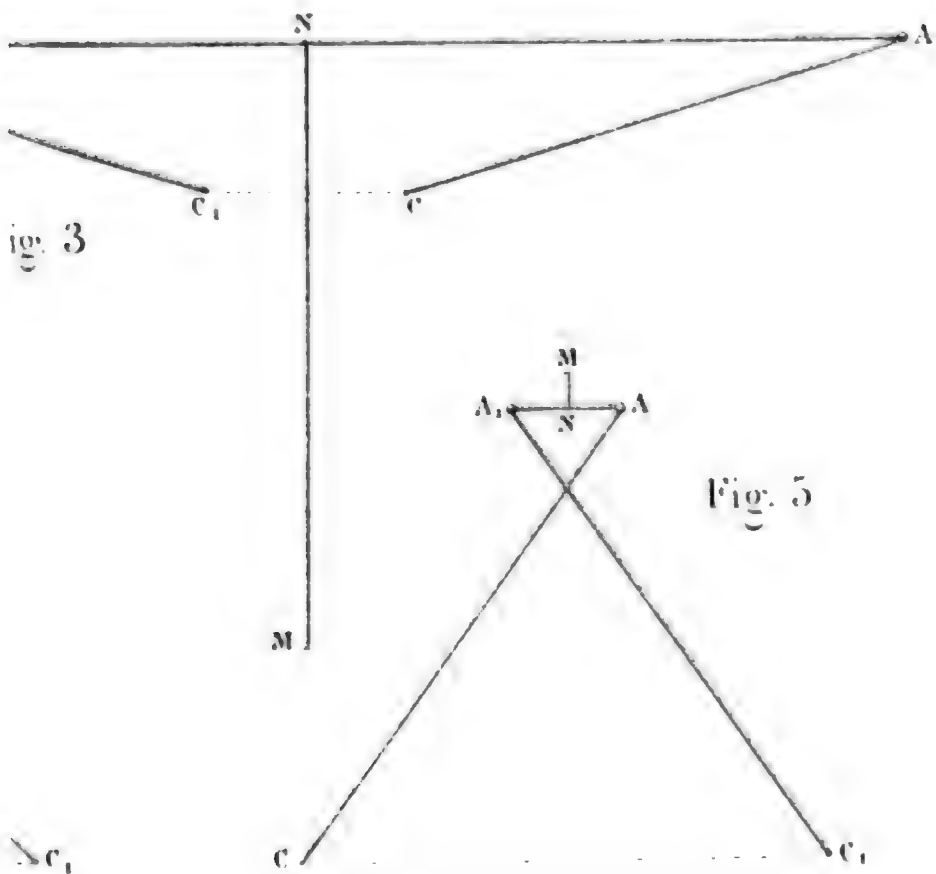


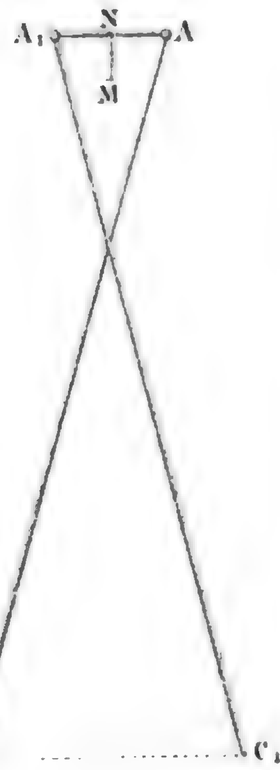




Gravé par E. Morieu.

TCHEBICHEF — SUR LES PARALLÉLOGRAMMES LE





C₁ C C₁

Paris. Lith. Lemercier et Cie

PLUS SIMPLES SYMÉTRIQUES AUTOUR D'UN AXE.

Fig. 1 *Élévation*

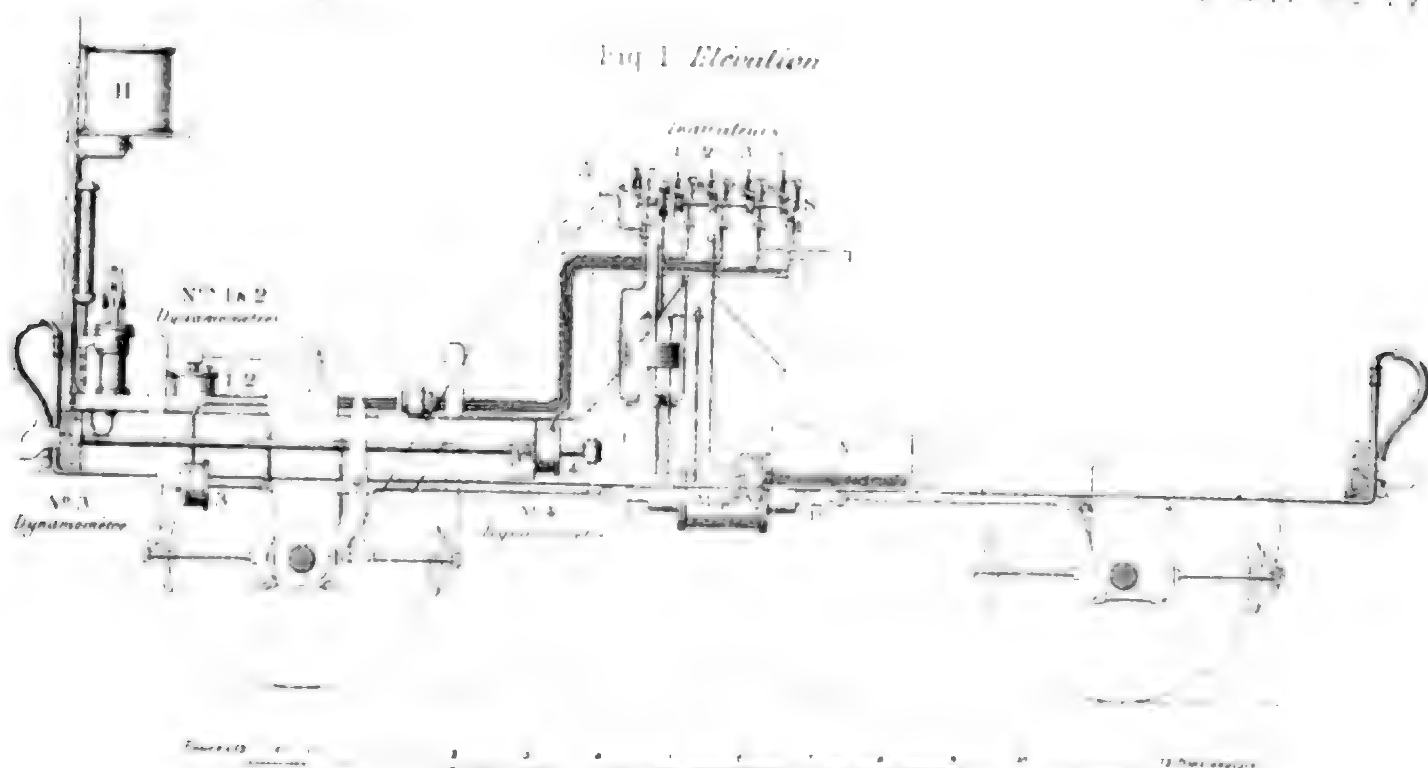


Fig. 2 *Plan*

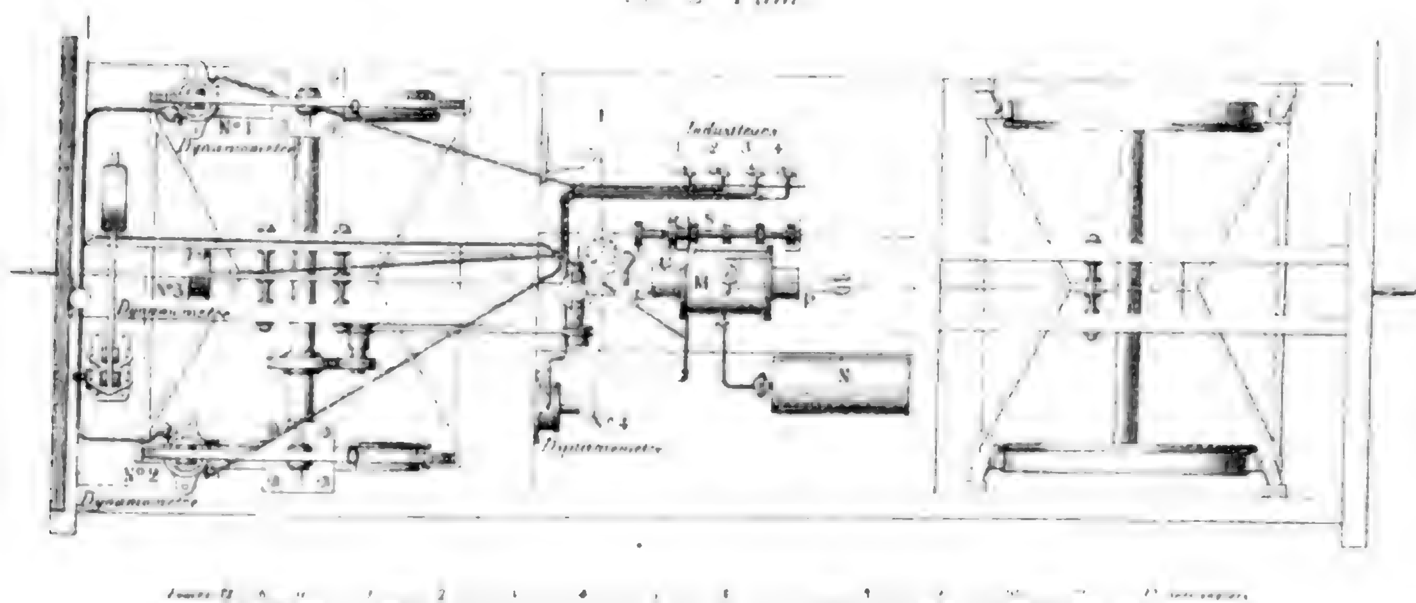


Fig. 3

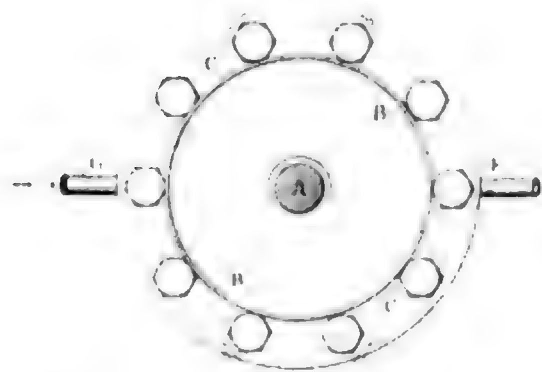
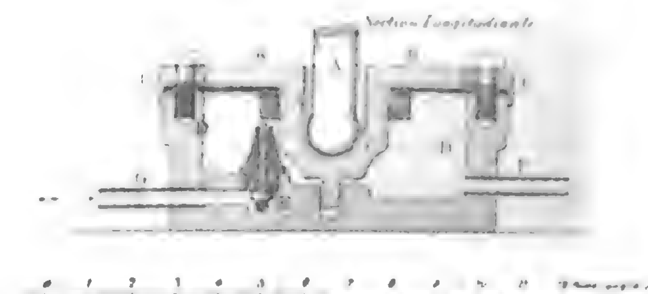


Fig. 4

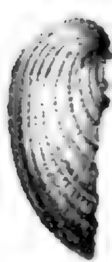


Imp. Becquet, Paris. Storck, 24, Rue des Missions, Paris.

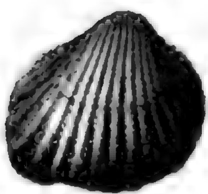
M. DOUGLAS GALTON.

Expériences sur le frottement des freins de Wagons de chemin de fer

[illegible]

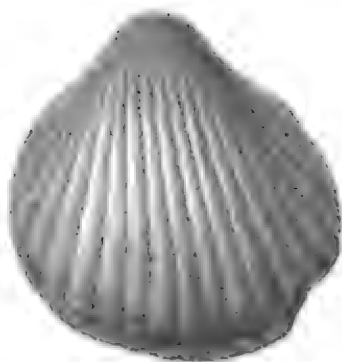

2c

2b


3

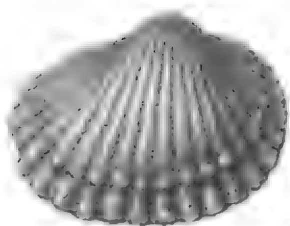
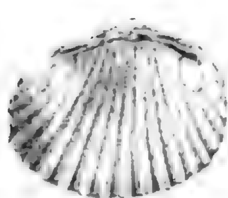
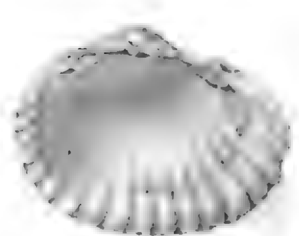
4

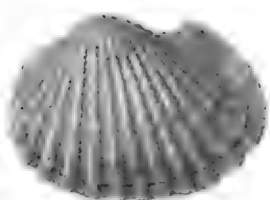
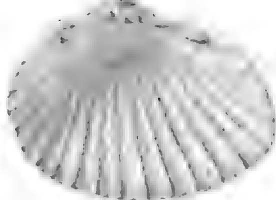
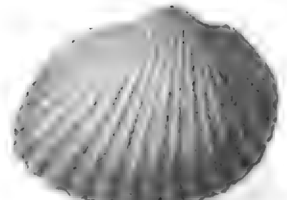
4


1a

1c

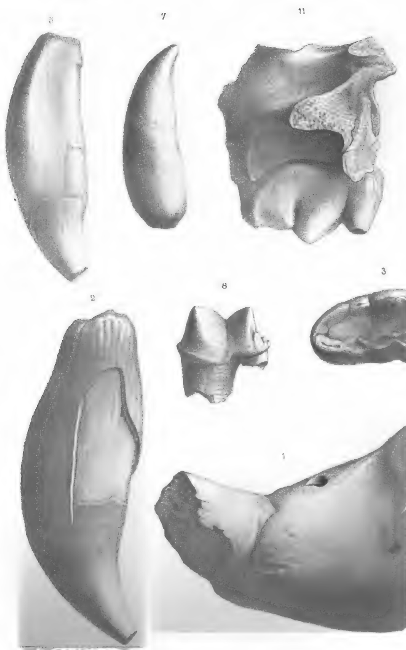
1b


6a

8

6b

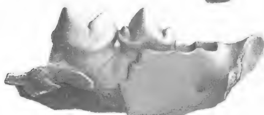

5

7[illegible]

7a

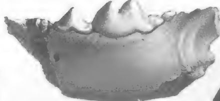
[illegible] del. Imp. Becquet, Paris

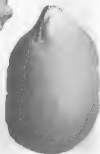
M. TOURNOUER. — Sur quelques coquilles recueillies par divers explorateurs dans la region des CHOTTS SAHARIENS.



E. RIVIÈRE —

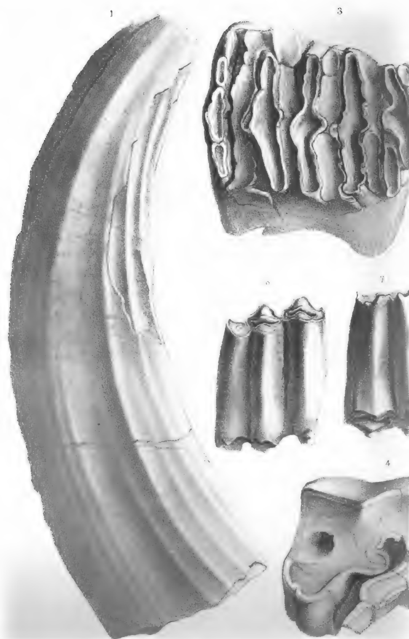






Imp. Lemercier & Cie Paris

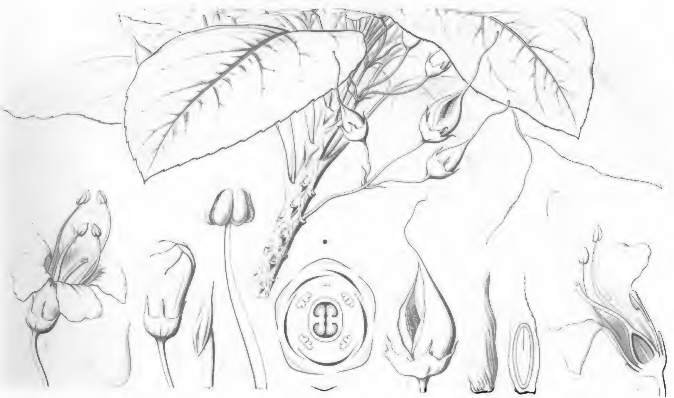
…TTE DE GRIMALDI

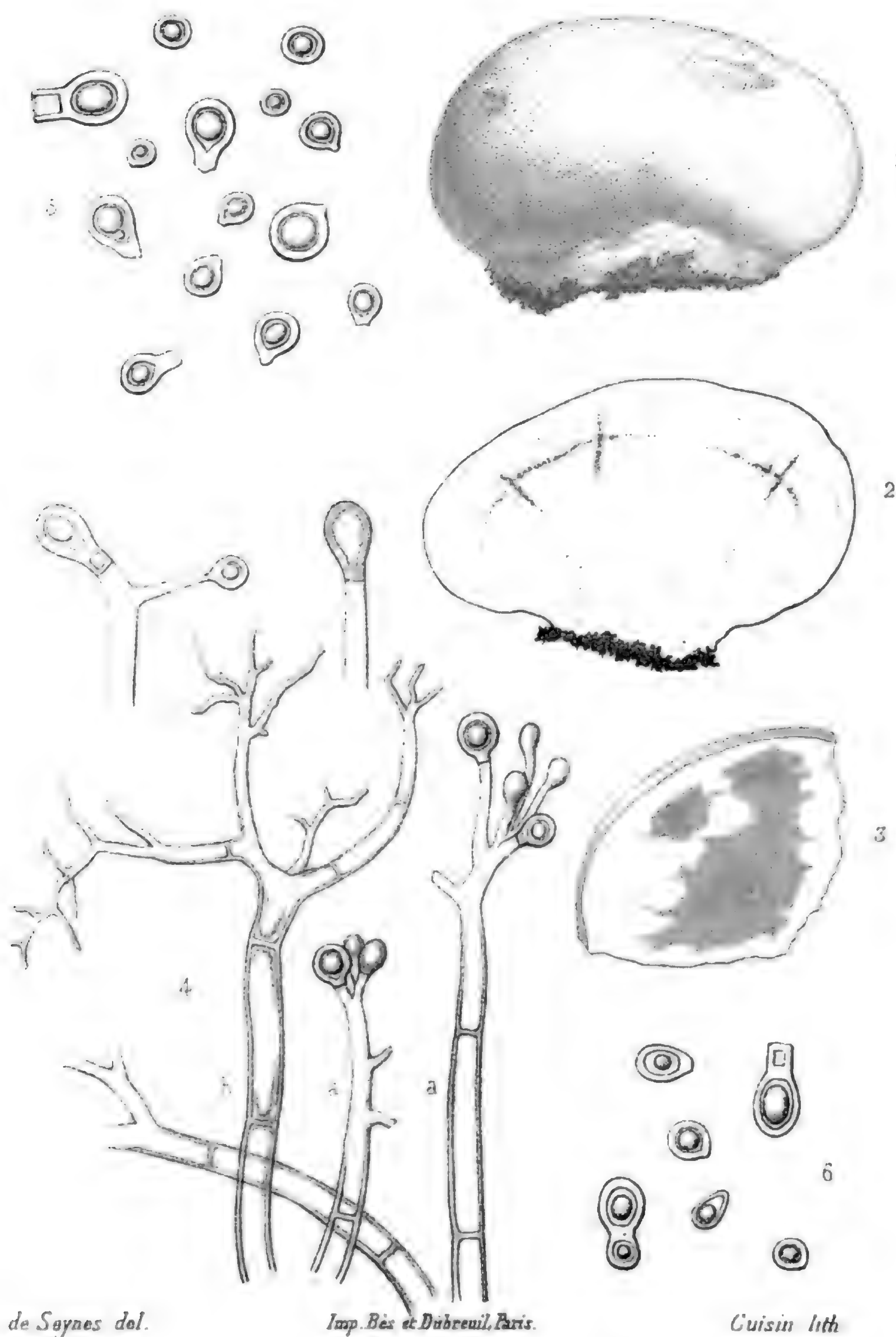


E. RIVIERE. ...GE

Imp. ... & Cie Pa...

...TE DE GRIMALDI

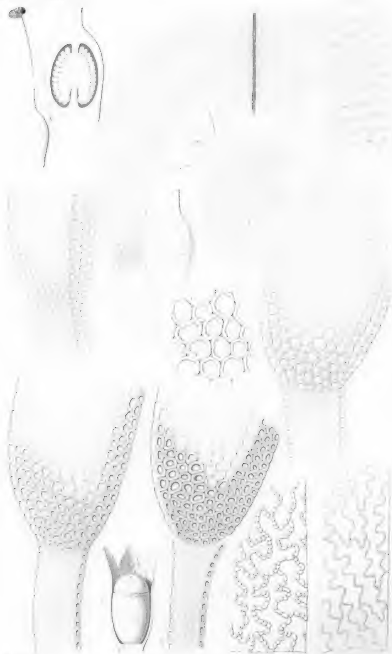

A. Faguet del.



de Seynes del.   Imp. Bès et Dubreuil, Paris.   Cuisin lith

POLYPORUS SULFUREUS, Bull. état conidien

1. Dimension naturelle._2. Coupe._3. Fragment de coupe teinté par l'iode._4 a a. Cellules portant des conidies._b. Après la chute des conidies _5. Conidies._6. Conidies colorées par l'iode.



MONTAGE DE QUELQUES PLANTES [illegible] DES [illegible]

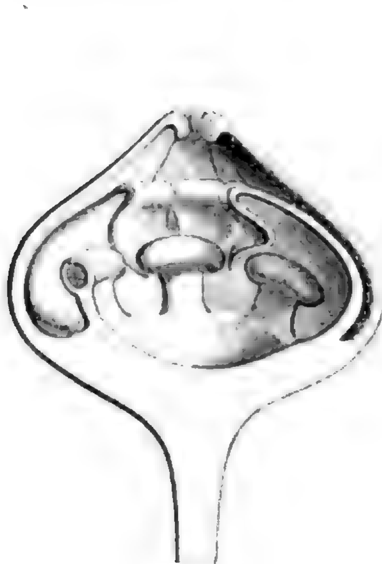


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 8.

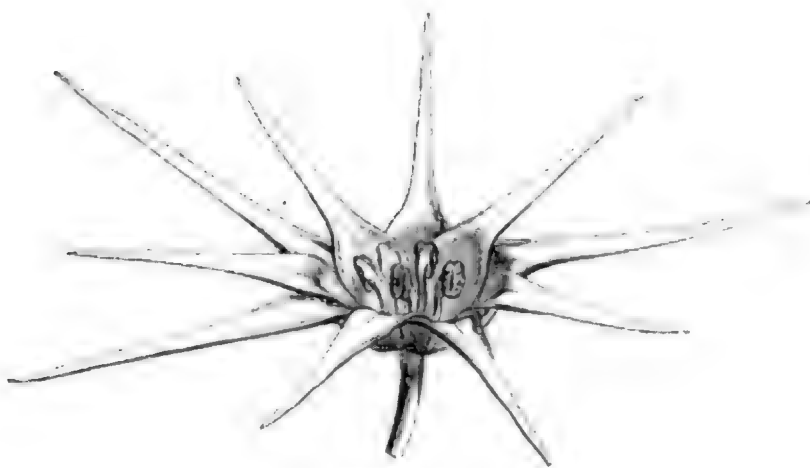


Fig. 3.

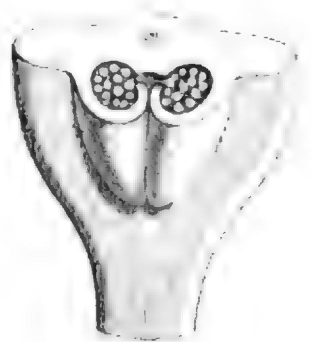


Fig. 7.

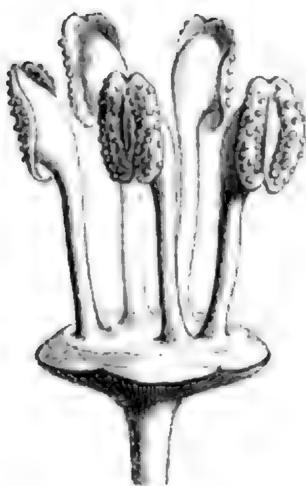


Fig. 4.

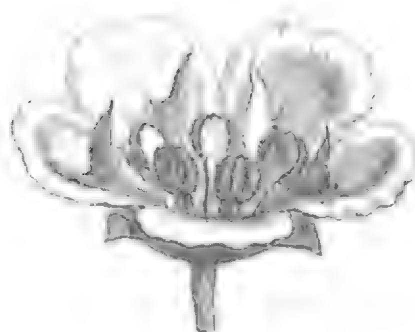
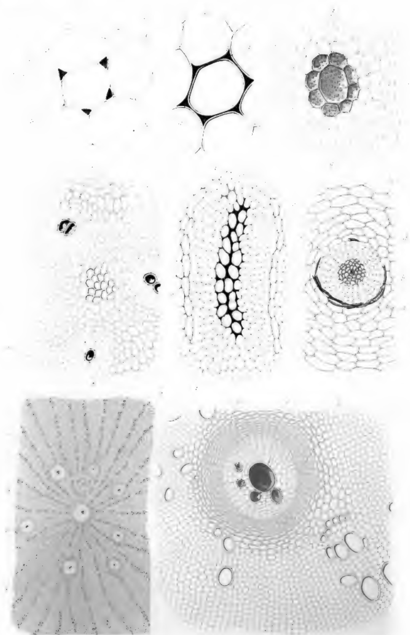


Fig. 5.

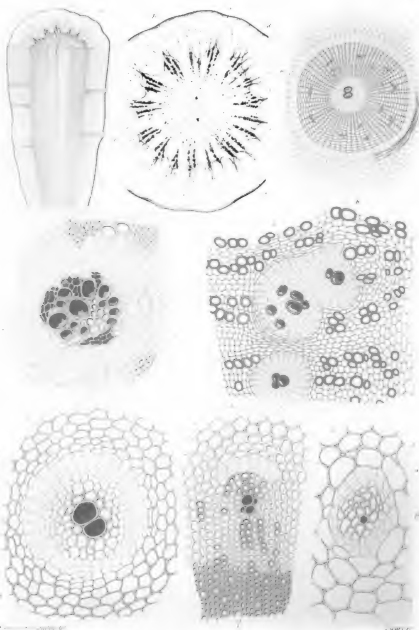
Faguet, del.

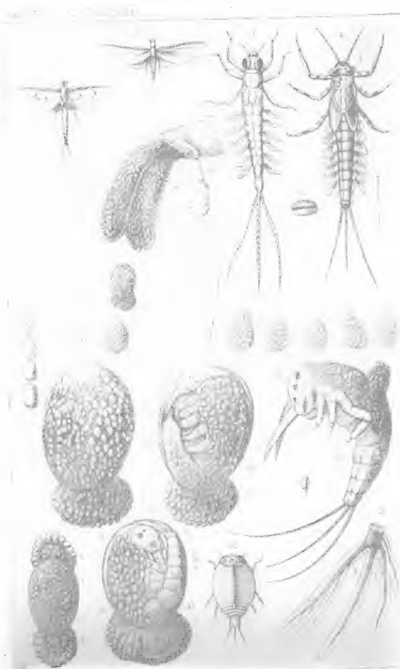
Fig. 6.

H. BAILLON. — Constitution de l'androcée des Cu[illegible]

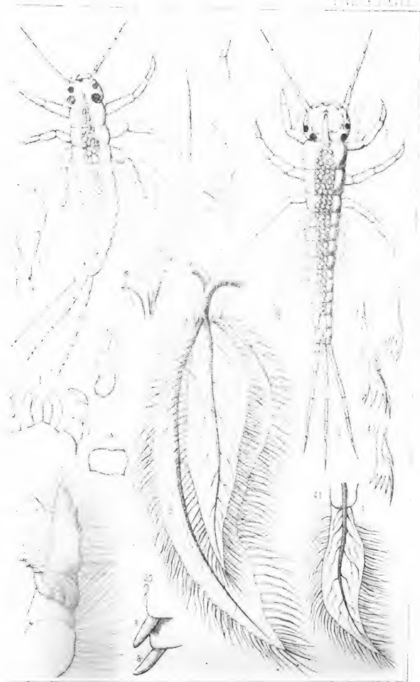


G. DUTAILLY __ VAISSEAUX REMPLISSANT LE RÔLE DE CANAUX SÉCRÉTEURS

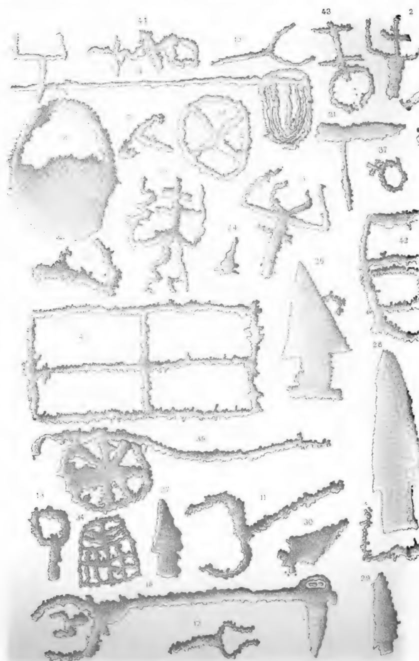




SUR LES METAMORPH[illegible] ET L'EMBRYOGENIE

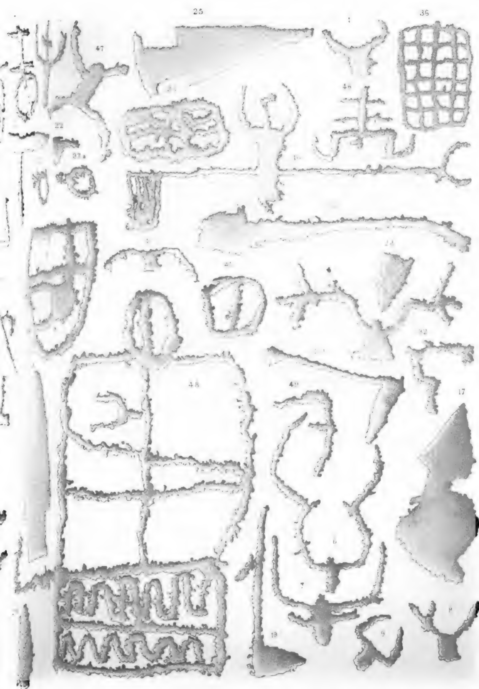


... PALINGENIA VIRGO



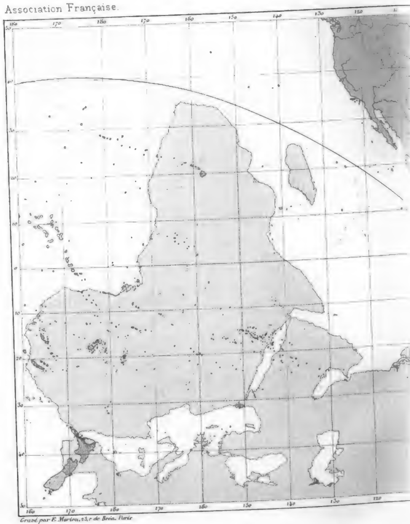
Delahaye del

EMILE RIVIÈRE _ GRAVURES SUR R(



Imp. Lemercier et Cie Paris

...S SUR ROCHES DES LACS DES MERVEILLES EN ITALIE.



Dr JULES CARRET — DISTRIBUTION DES ANTIPODES E

...ES ANTIPODES ET INDICATIONS À EN TIRER PAR LES EXPLORATEURS

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 111415300

Digitized by Google